

La investigación aplicada en la sociedad de la Información:

Innovación

y Desarrollos:

Ideas



Página legal

**Título: La Investigación aplicada en la sociedad de la información: innovación y
Desarrollos**

ISBN: 978-958-56608-4-7

Colección: Monografías CIMTED

Serie: Investigación

Público objetivo: Enseñanza universitaria o superior

Idioma: Español

**Editor: Centro Internacional de Marketing Territorial para la educación y el desarrollo
CIMTED**



Comité Editorial

Los artículos que lleva el presente libro fueron evaluados bajo la modalidad de doble ciego, por los pares evaluadores de la Corporación CIMTED.

Para conocer el listado de nuestros evaluadores ingrese a: <http://cimted.org/pares-academicos-cimted/>

Comité Académico y Científico:

- °Phd. Sergio Tobón
- °Dra. Judith Francisco Pérez
- °Dra. María Lorena Serna Antelo
- °Mg. Roger Loaiza Alvarez
- °Dr. Álvaro Hernán Galvis Panqueva
- °Dr. Alex William Slater Morales
- ° Dra. Vivian Aurelia Minnaard
- °Dr. Martín Gabriel De Los Heros Rondenil
- °Dr. Javier Darío Canabal Guzmán
- °Dr. Francisco Javier Maldonado Virgen
- ° Dr. Francisco Jaime Arroyo Rodríguez
- °Ing. Francisco Américo Sirvente

Editor:

Corporación Centro Internacional de Marketing
Territorial para la Educación y el Desarrollo.

Corporación CIMTED

Nit:811043398-0

editorialcimted@gmail.com

Cuidado de la Edición: Juliana Escobar Gómez

Carrera 20 # 5 – 02 Código postal 055017

La Ceja, Antioquia – Colombia

www.cimted.org

www.memoriascimted.com

Las opiniones expresadas en los artículos son de exclusiva responsabilidad de los autores y no indican, necesariamente, el punto de vista de la Corporación CIMTED. Todo el contenido de este Libro está protegido por la ley según los derechos Materiales e intelectuales del editor (corporación CIMTED) y autores, que participaron en este libro. Por tanto, no está permitido copiar o fragmentar con propósitos comerciales todo su contenido sin la respectiva autorización de los anteriores. Si se hace como un servicio académico o investigativo debe contar igualmente con permiso escrito de sus autores y citar las respectivas fuentes; y con los respectivos autores, cuyas direcciones aparecen al inicio de cada capítulo. Más informes editorialcimted@gmail.com.

Publicación electrónica editada en Colombia.

Editado en La ceja, Antioquia – Colombia Editor: Corporación Cimted ©

Autores

Ana Yuraima Carreño Chacón - Andrea Elizabeth Torres - Andrés Manuel Farías Toledo - Ángel Alexander Higuerey Gómez - Astrid Liliana García Córdoba - Belizza Janet Ruiz Mendoza - Cesar Alberto Collazos - Cesar Orlando Torres Moreno - Cristhian Manuel Durán Acevedo - Daniel Alberto Reyes - Diego Buitrago Paternina - Efraín Alfonso Orozco Ocampo - Eunice Rodríguez Navarro - Fabio Vega Niet - Ginna Lorena Alcina Navarro - Héctor Ricardo Pautt Blanquicett - Isabel Pacabaque Bautista - Jaidy Marjorie Jácome Lindarte - Jaime Alberto Palencia Guache - Jenis del Carmen Sagbini Echávez - José Luis Castillo Villalobos - José Raúl Canay Pazos - Juan Carlos Osma Rozo - Juan Carlos Rivera - Juan Salvador Nambo de los Santos - Julián Figueroa Espinel - Karen Dayana Quiroga Villalobo - Laura Magali Chamba Rueda - Laura Viviana Esquivel Erazo - Lina Marcela Quijano - Luis Edixon Cuy Estepa - Luis Felipe Aguirre Siachoque - Margarita Elizabeth Toledo Torres - María de Lourdes Rodríguez Peralta - María Fernanda Yaguache Aguilar - Mariuxi Pardo Cueva - Marlybell Ochoa Miranda - Miguel Alberto Rincón Pinzón - Neil Guerrero González - Nibia Vargas Carlier - Nicolás Toro García - Norberto Díaz Plata - Omar Geovanny Perez Ortiz - Oscar Alejandro Sanabria - Óscar Yovany Checa Cerón - Osvaldo Benavides Ríos - Paula Flora Aniceto Vargas - Richard Eliseo Mendoza Gáfaró - Roberto Encarnación Mosquera - Ruby Milady Gualdrón Aguirre - Wilfred Fabián Rivera Martínez - Yenni Patricia Balvin Gutiérrez - Yolanda Rodríguez Bernal - Zobeida Álvarez



Tabla de Contenido

Página Legal	i
Comité editorial	ii
Autores	4
Tabla de Contenido	5
Presentación	vii
Prologo	ix
TEMA 1: Apoyo de la TICs para la enseñanza de la ciencia y la tecnología	xii
Capítulo 1: Divulgación de la Ciencia y la Tecnología: Desafíos y Oportunidades	13
Capítulo 2: Sistema de Diálogo Humano-Robot Utilizando Razonamiento Basado en Casos	38
Capítulo 3: Contribuciones en la enseñanza aprendizaje derivadas del diseño implementación de un curso de inglés en Moodle	58
Capítulo 4: Mejoramiento de la comprensión lectora a través de secuencias didácticas inspiradas en la tradición llanera	85
Capítulo 5: Trascendencia de los Entornos Personales de Aprendizaje y su incidencia en el rendimiento académico. Caso UTPL	108
Capítulo 6: Hacia la construcción de una estrategia de fomento al emprendimiento desde el aula de clase: La propuesta Superdesarrolladores en el Cauca, Colombia	133
Capítulo 7 : Desarrollo de competencias ciudadanas y tecnológicas para la prevención de acciones negativas frente al mal uso de las tics. “padres 2. 0”	154
TEMA 2: Educación superior y la calidad académica	clxxix
Capítulo 8: Diseño y validación de contenido del instrumento: Mediación Docente Universitaria y formación Integral	180
Capítulo 9: Propiedades métricas de la escala de comportamientos hacia el emprendimiento innovador en estudiantes de educación básica y media	202
Capítulo 10: Atributos diferenciadores de los elementos de un sistema de autoevaluación y autorregulación para una IES	224
Capítulo 11: Incidencia de las aplicaciones e-governance en las empresas que brindan servicios outsourcing	253
TEMA 3: Innovación de la TICs para la educación especial	cclxxx
Capítulo 12: Realidad virtual inmersiva como apoyo psicoterapéutico en trastorno por estrés postraumático (TEPT) en amputados de piernas.	281

Capítulo 13: El uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación para la prevención de enfermedades arbovirales	305
Capítulo 14: Diseño de herramientas lúdicas para la construcción de mentefactos proposicionales orientados a la comprensión lectora	33
TEMA 4: Investigación y agricultura sostenible	cclxv
Capítulo 15: Impacto del sello alimento ecológico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, sector agrícola (Colombia)	336
Capítulo 16: Modelamiento para calcular el potencial energético solar en una zona de radiación media alta	403
Capítulo 17: Metodología para la viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite con técnicas Speckle dinámico	422
Capítulo 18: Estimación de biomasa aérea en cultivos frutales usando un vehículo aéreo no tripulado. Una alternativa no destructiva de bajo coste económico y ambiental	448
TEMA 5: La enseñanza de las ciencias en la sociedad de la información.	llxxvii
Capítulo 19: ¿Qué Enseñar al Educador Infantil sobre la Ciencia para la Primera Infancia?	478
Capítulo 20: Polytren, videojuego basado en la gamificación para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones matemáticas	502
Capítulo 21: Validación del Isomorfismo de medidas en la resolución de una pregunta en una APK	527
Capítulo 22: Implementación de prácticas contextualizadas al sector rural para la construcción de números irracionales mediante objetos físicos de aprendizaje (OFA)	551
Capítulo 23: Las representaciones semióticas para la comprensión y apropiación del lenguaje algebraico.	575
Capítulo 24: La Matemática desde lo Concreto, Pictórico y Abstracto en la primera Infancia	599

Presentación

La Investigación aplicada en la sociedad de la información: innovación y Desarrollos



La investigación básica, la investigación aplicada y su desarrollo experimental, son opciones que son determinadas por el desarrollo socio económico de un país. Los índices y las estadísticas son coherentes. Pocos países de América latina disponen de los científicos y los recursos para hacer investigación básica, pero sí de académicos e investigadores para hacer las dos últimas actividades técnico científicas de la citada taxonomía.

Buenas experiencias de investigación aplicada y de ingeniería reversa se han reconocido por medio de patentes en la última década en nuestra región, gracias al esfuerzo de organizaciones internacionales (NSF, APA, COPANT etc.) o grupos económicos como la comunidad europea con sus programas ALFA y Erasmus que han incentivado el trabajo colaborativo y la movilidad de pares y alumnos, o con la promoción de semilleros de investigación, postgrados de fácil acceso, la exigencias de ascenso en la escala salarial de algunos investigadores que lo hacen por este incentivo (otros no) y finalmente la calidad de los resultados de investigación medida por los filtros de “pares ciegos”, revistas indexadas y el análisis documental del estado del arte de una determinada investigación, aspecto, exigido por algunos postgrados de categoría.

La Corporación CIMTED a través de su sello editorial, esta socializando desde 2003 resultados de investigación, por medio de libros, memorias y publicaciones seriadas, el trabajo de académicos e investigadores. Para nadie es extraño que estamos pasando de la sociedad de la información a la del conocimiento, donde la “infoesfera” está determinada, no por la cantidad de información que se le puede entregar al usuario de ella, sino por su calidad y velocidad en el medio digital. Por ello se ha convocado para la edición de esta obra a través de criterios determinados para publicaciones científicas. Hemos seleccionado el tema “la investigación aplicada en la sociedad de la información: innovación y desarrollos” y a través de este, lo hemos desglosado en cinco temas que lo

hacen mas explícito para su comprensión. Es nuestro interés que estos temas sean difundidos lo más posible para ello esta publicación es gratuita.

Magister Roger Loaiza Álvarez

Prólogo



Quisiera invitar cordialmente al lector a revisar esta obra que da cuenta del próspero desarrollo que existe en Latinoamérica en los ámbitos de la innovación educativa y la investigación aplicada. Organizado en ejes temáticos que abordan los principales temas vigentes sobre las transformaciones que genera la sociedad de la información, se presentan trabajos académicos con diferentes visiones de la innovación e investigación educativa y aplicada.

Al inicio, el lector podrá conocer diferentes esfuerzos que se realizan en la comunidad académica de Latinoamérica destinados a fortalecer el uso de TICs como un apoyo a la enseñanza de la ciencia y tecnología. Podrá conocer como se pueden utilizar plataformas web para transformar los aprendizajes de los estudiantes en la adquisición de idiomas extranjeros, el fortalecimiento de la comprensión lectora y la inclusión en contextos sociales adversos. También se exponen usos de tecnologías informáticas avanzadas para la mejora de la comunicación en sistemas humano-robot. Finalmente encontrará experiencias que documentan la mejora de los rendimientos académicos a través del uso de las plataformas web en un sentido de transformación personal. De esta manera, se presenta un conjunto de innovaciones educativas necesarias en una sociedad que evoluciona de acuerdo, a las demandas que coloca el mundo de la información.

Las temáticas presentadas anteriormente, se continúan desarrollando en esta obra desde la perspectiva de la calidad académica en el contexto de la educación superior. En este sentido se abordan temáticas como la disyuntiva entre la experiencia disciplinar y la formación integral por competencias, así como métodos para identificar atributos apropiados para métodos de autoevaluación institucionales. En esta misma línea se analizan los efectos del uso de herramientas e-governance en la efectividad de las empresas. Todas ellas concluyen entregando al lector una reflexión sobre la necesidad permanente de evaluar la calidad académica, toda vez que se introducen espacios de innovación educativa.

Un tercer aspecto muy destacado de este libro de investigación es la presencia de aportes relacionados a las necesidades educativas especiales mediante el uso de TICs. Por una parte, se podrá encontrar ejemplos del uso de las tecnologías de realidad virtual para el apoyo a personas en situaciones de estrés post traumático. Por otra parte, se muestran como los videojuegos pueden ayudar a generar conciencia sobre la prevención de enfermedades virales de alta prevalencia. En una línea similar, se destaca el aporte de la gamificación como un elemento que permite el fortalecimiento de la comprensión lectora en los estudiantes. La sociedad de la información es por defecto, universal. El mundo académico no puede abstraerse de esta condición, y por lo tanto cualquier discusión en torno a temas educativos debe discutir estos aspectos, tal como se presenta en esta obra.

El lector también podrá enterarse de aportes relevantes realizados en el campo de la investigación aplicada a la agricultura. Por una parte, se presenta la importancia de evaluar los conceptos de sello ecológico en un contexto económico, clave para el desarrollo sustentable de la humanidad. Junto con ello, se revisan temáticas asociadas al aprovechamiento de la energía solar como medio de energía limpia. Finalmente, este tema muestra ejemplos de aplicación de nuevas tecnologías que permiten mejorar el rendimiento y producción agrícola, acercándola a un paradigma sustentable y amigable con el medio ambiente.

Finalmente, esta obra no podía dejar de lado la temática asociada a la enseñanza de las ciencias. La sociedad de la información sustente su desarrollo en los aprendizajes que genere la sociedad en esta área. Por esta razón, se presentan reflexiones sobre qué se debe enseñar a los maestros que serán responsables de esta tarea. Un ámbito más aplicado, se analiza como fortalecer la enseñanza del pensamiento lógico matemático en la primera infancia a través de juegos concretos. De forma similar, se muestran ejemplos de esta misma problemática para niveles superiores, pero aprovechando dispositivos móviles como vehículo para fomentar los aprendizajes. No obstante, lo anterior no tendría sentido si es que no se reflexiona en torno a las secuencias didácticas, tal como se plantea en este tema.

Finalmente, es necesario destacar el importante esfuerzo que la editorial CIMTED realiza en compilar esta serie de trabajos académicos, los cuales quedan disponibles para que el lector pueda considerarlos como inspiración para el desarrollo de sus propios procesos de innovación e investigación, y conocer los esfuerzos que se realizan en Latinoamérica por desarrollar procesos de innovación educativa e investigación aplicada, atendiendo a los contextos particulares de nuestra región. Sin duda alguna, este es quizás uno de los valores más apreciados que podrá encontrar el lector, ya que, si bien hoy en día es posible revisar con facilidad el estado del arte mundial, nunca debe olvidarse el valor de rescatar los contextos locales para que la investigación e innovación sean fructíferas para la sociedad.

Dr. Alex Slater

Director Innovación e Investigación Educativa

Facultad de Estudios Interdisciplinarios

Universidad Mayor

Chile

Sobre el Autor:

Alex Slater es Licenciado en Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (2007), Licenciado en Educación de la Universidad Andrés Bello (2013) y Doctor en Genética Molecular y Microbiología de Pontificia Universidad Católica de Chile (2013). Trabajó como docente a nivel de educación secundaria en el Instituto O'Higgins de los Hermanos Maristas (2012-2014). También ha trabajado como académico en INACAP impartiendo asignaturas de las ciencias químicas (2013-presente). Adicionalmente, se desempeña como profesor asistente y Director de la Escuela de Biotecnología de la Universidad Mayor de Chile desde el año (2014-presente). El Dr. Slater cuenta con publicaciones ISI en revistas del área biológica y es investigador responsable de proyectos científicos FONDECYT 3140513 y del área educacional CIEDU en INACAP, Chile; actualmente se desempeña como director de innovación e investigación educativa en la facultad de estudios interdisciplinarios de la Universidad Mayor de Chile.

TEMA 1: Apoyo de la TICs para la enseñanza de la ciencia y la tecnología

Varias etapas se han superado en la forma de enseñar y aprender en los últimos cinco lustros. El desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología, no dan tregua para renovar o adquirir los equipos y la infraestructura necesarios para comunicar con eficiencia la información. A partir de la década de los 90, con la innovación de las comunicaciones y la informática, estos medios han facilitado la innovación en nuevos escenarios educativos que han modificado abruptamente los modelos pedagógicos tradicionales, reemplazando la tiza, el tablero y los textos por sistemas más eficientes, menos contaminantes y más económicos. En este tema vemos el estado del arte hasta la fecha, sobre aplicaciones que otrora eran impensables, pero hoy potenciadores de la sociedad del conocimiento.

1

Divulgación de la Ciencia y la Tecnología: Desafíos y Oportunidades

**Margarita Elizabeth Toledo Torres, Andrés Manuel Farías Toledo,
José Luis Castillo Villalobos**
Universidad del Pacífico
Chile

Sobre los autores:

Margarita Elizabeth Toledo Torres

Profesora en Educación General Básica por Pontificia Universidad Católica de Chile, Doctor of Education Mc. Educational Information, Atlantic International University; Magister en Informática Educativa por Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Académica y Directora del Proyecto Asociativo Regional Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente adjudicado por Universidad del Pacífico. Directora proyecto Implementación FIC-R “Tus Competencias en Ciencias”, Segundo Ciclo Básico, Región del Biobío (2014 a 2016), Región del Maule (2013) y en Educación Parvularia para la Región de Tarapacá (2012), referidos a una propuesta metodológica basada en modelo de competencias para la Valoración de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, adjudicados por la Universidad del Pacífico.

Correspondencia: mtoledo@upacifico.cl

Andrés Manuel Farías Toledo

Profesor de Inglés, Licenciado en Educación por Universidad Autónoma de Chile, Magister en Gestión Educacional por Universidad Andrés Bello en conjunto con

Universidad Europea de Madrid. Relator y Tutor del Curso Tecnologías y Medios Interactivos Aplicados en Educación, Diseño de Páginas Web y Portafolio Virtual. Asistente sitio Web Proyecto Implementación FIC-R “Tus Competencias en Ciencias”, Segundo Ciclo Básico Región del Biobío (2014 a 2016), Región del Maule (2013) y en Educación Parvularia, Región de Tarapacá (2012), referidas a una propuesta metodológica basada en modelo de competencias para la valoración de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación adjudicados por la Universidad del Pacífico. Actualmente docente de aula Colegio Alicante del Valle, Santiago, Chile.

Correspondencia: a.fariastoledo@gmail.com

José Luis Castillo Villalobos

Socioeconomista Mención Desarrollo Local por Universidad de Valparaíso, Diplomado en Desarrollo, Pobreza y Territorio por Universidad Alberto Hurtado. Encargado diagnósticos comunitarios, procesamiento de datos en investigación cualitativa y cuantitativa, para estudios territoriales PLADECO comuna de Panquehue, Quilpué, Calle Larga, Catemu y Zapallar. Experiencia en coordinación/ gestión de proyectos y programas sociales ligados a temáticas como desarrollo local, fomento productivo, previsión social, Ciencia y Tecnología. Profesional Programa Servicio País de Fundación Superación Pobreza, Encargado Línea Independiente PMJH SERNAM Alhué, Gestor Territorial OMIL Alhué. Encargado Cuantificación y Medios de Verificación Proyecto Asociativo Regional Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente.

Correspondencia: jcastillo.explorasurponiente@gmail.com

Resumen.

“Divulgación de la Ciencia y la Tecnología: Desafíos y Oportunidades”, es una propuesta del Proyecto Asociativo Regional Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente - de educación no formal - que se implementa para acercar las oportunidades científico- tecnológicas a los habitantes de la zona sur poniente de la Región Metropolitana, en Chile. Este proyecto, se ejecuta a través de la implementación de iniciativas en el área de Valoración, Divulgación y Difusión de la Ciencia y la Tecnología, respaldadas por una red de trabajo colaborativo con instituciones, empresas, universidades y fundaciones, fomentando en sus habitantes una actitud reflexiva en torno a los beneficios de la ciencia y las relaciones que desarrolla en su entorno local. Es un estudio de carácter descriptivo con un enfoque cuantitativo, que estudia como un proyecto de educación no formal que promueve una cultura científica y tecnológica, impacta positivamente en la calidad de vida de las personas. Durante la ejecución, se ha debido superar desafíos y aprovechar oportunidades a fin de aportar a la descentralización de las ciencias y la tecnología, abordar la implementación de las actividades desde una perspectiva territorial, poniendo el acento de su

quehacer en las comunas más aisladas de la Región Metropolitana.

Palabras Claves

Ciencia, Tecnología, educación no formal, Valoración científica, Divulgación científica.

The spreading of science and technology: challenge and opportunity

Abstract:

"Spreading of Science and Technology: Challenges and Opportunities", is a proposal of the Explora Regional Associative Project of CONICYT South west Metropolitan Region - of non-formal education - that is implemented to bring scientific-technological opportunities closer to the inhabitants of the south west zone of the Metropolitan Region, in Chile. This project executes the actions through the implementation of initiatives in the area of Valuation, Spreading and Diffusion of Science and Technology, supported by a network of collaborative work with institutions, companies, universities and foundations, fostering in its inhabitants an attitude reflective about the benefits of science and the relationships it develops in its local environment. It is a descriptive study with a quantitative approach, which studies as a non-formal education

project that promotes a scientific and technological culture, positively impacts on the quality of life of people. During the execution it has been necessary to overcome challenges and seize opportunities in order to contribute to the decentralization of science and technology; to address the implementation of activities from a territorial perspective, putting the accent of its work in the most isolated counties of the Metropolitan Region.

Keywords

Science, Technology, non-formal education, Scientific assessment, Scientific spreading

Introducción

El estudio; “Divulgación de la Ciencia y la Tecnología: Desafíos y Oportunidades” busca dar a conocer el desafío de divulgar las ciencias y la tecnología a través de un proyecto colaborativo, apoyado por diversas instituciones interesadas en acercar las ciencias a la comunidad. Es un proyecto adjudicado en fondos concursables del Programa Explora CONICYT de la Comisión Nacional de Investigaciones de Ciencia y Tecnología, en Chile.

Su nombre: Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente, se ejecuta desde el año 2013 de manera ininterrumpida - siendo actualmente el sexto año que se implementa desde la Facultad de Ciencias Sociales y Económicas de la Universidad del Pacífico - con el objeto de establecer una relación cercana con el medio, el entorno y sus diferentes actores, contribuyendo a una cultura científica en la región.

El territorio que abarca este proyecto, comprende 22 comunas pertenecientes a 4 provincias de la Región Metropolitana de Chile: Melipilla, Talagante, Maipo y Santiago. En la siguiente imagen se pueden observar las 22 comunas y su orden geográfico.

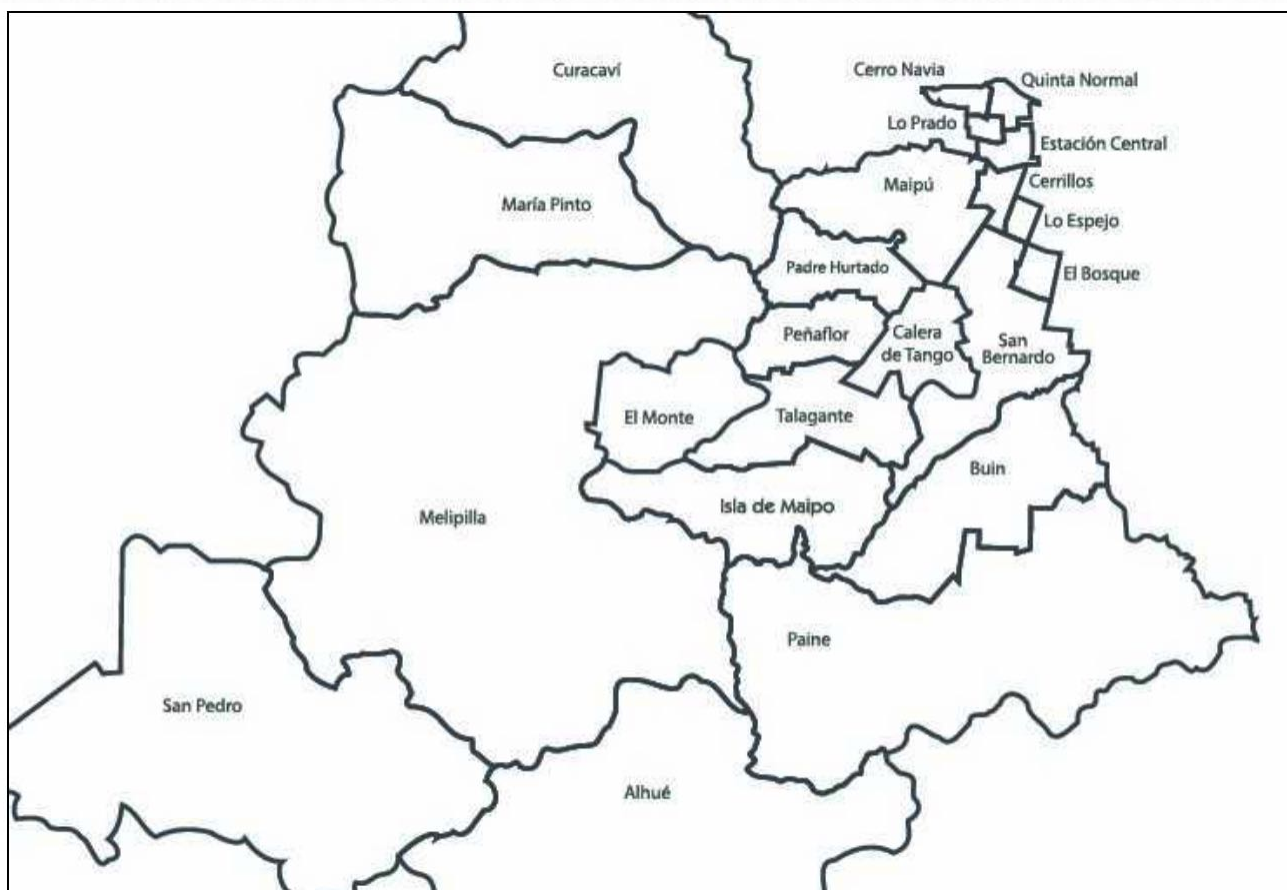


Imagen N°1: área de acción Proyecto Asociativo Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente

Las 22 comunas atendidas, albergan 1.800 establecimientos educacionales, incluyendo instituciones de Educación Pre-escolar, Educación Básica y Educación Media; con matrícula total de 461.500 estudiantes y con un Índice de Vulnerabilidad Escolar promedio del 74% según datos obtenidos de Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB, 2017), además de contar con 13 de las 22 comunas con características de aisladas por la Subsecretaria de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE, (s/f)) en el Índice de Aislamiento en función de acceso a servicios estatales, estructura de oportunidades e infraestructura. Lo que significa que el 59% de las comunas del proyecto, se encuentran en condición de aislamiento.

Tabla N°1: Índice de Aislamiento

Comuna	Índice de Aislamiento
Alhué	0,5597
San Pedro	0,6423
Curacaví	1,0849
Calera de Tango	1,1308
Paine	1,1690
El Monte	1,1804
María Pinto	1,1895
Padre Hurtado	1,2073
Isla de Maipo	1,2516
Buín	1,4287
Talagante	1,4382
Melipilla	1,4624
Peñaflor	1,5011

El Proyecto posee tres ejes de trabajo que son Divulgación y Valoración Científica que corresponden a actividades de intervención directa en establecimientos educacionales y público general y de Difusión Científica donde se realizan acciones mediante sitio web y redes sociales; además de entrevistas radiales transmitidas en radios locales de las

comunas pertenecientes al proyecto y reuniones con instituciones vinculadas a la Ciencia y la Tecnología.

Este proyecto de educación no formal, lo integra un equipo profesional multidisciplinario dedicado a promover una cultura científica, permitiendo fomentar en los habitantes una actitud reflexiva sobre las relaciones de la ciencia y la tecnología con su entorno local. De esta forma, se puede entender la identidad del Proyecto, como un agente promotor y descentralizador con acciones que apuntan a un acercamiento del mundo científico a la población de la Región Metropolitana para la valoración, visualización, comprensión y aplicación de la ciencia y la tecnología en el cotidiano. Este estudio centra su objetivo de análisis en poner en contexto los desafíos y oportunidades que presenta la implementación del proyecto en los diversos escenarios de intervención, para acercar las ciencias y la tecnología en espacios educativos no formales.

1.- Instancias de aprendizaje no formal: un acercamiento a las ciencias.

La ciencia y tecnología se articulan como eje de transformación por lo que cobra significancia incorporarlo cotidianamente a las prácticas sociales (Alamo, O., Davila, L. (2011:626). En perspectiva de la sociedad del conocimiento donde el principal recurso de desarrollo social es el conocimiento científico (Terrazas, R.; Silva, R., 2013:159) en vistas de la enorme cantidad de información disponible donde “el acceso abierto a las autopistas de la información no asegura conocimiento, la avalancha de información de los medios de comunicación no conduce a la sapiencia” (Cabalé, E. y Rodríguez G. 2017:73). Así, uno de los grandes desafíos que tienen los establecimientos educacionales es el de generar oportunidades de aprendizaje, que entreguen espacios productivos que inviten a la interacción, indagación y socialización de los aprendizajes. Para algunos autores el aprendizaje es un proceso individual, en lo que se refiere a las regulaciones y equilibraciones para la construcción del conocimiento:

...esta elaboración sigue siendo esencialmente endógena, incluso si sigue siendo constantemente necesario un equilibrio entre el sujeto y los objetos, porque la aportación de los sujetos exige bien un juego de formas o de operaciones que se les aplican con vistas a la lectura de sus observables (desde los hechos a las mismas leyes), bien

sistemas de coordinaciones o composiciones operatorias que se les atribuyen con vistas a su explicación (Piaget, 1975: p.183).

Se encuentran aportes que indican que: “el desarrollo del conocimiento está relacionado con la evolución fisiológica del cerebro y el aprendizaje se produce mediante la actividad física directa con las cosas que están a nuestro alrededor” (Piaget en Harlen,1988:98). El aprendizaje es también un proceso colectivo, donde la educación deja de ser entendida como un traspaso de conocimientos de uno a otro, si no como la construcción conjunta de significado. Por tanto: “El dominio de la naturaleza y el de conducta están sumamente relacionados, puesto que la alteración de la naturaleza por parte del hombre, altera a su vez, la propia naturaleza del hombre” (Vygotski 1978: 91). Así mismo, el aprendizaje es socializador según se señala: “es importante que la educación (especialmente en todas sus fases que no sean muy especializadas) emplee un criterio de valor social pudiendo ser que las formas de presentación de las situaciones sean las que definen el proceso de aprender” (Dewey 1916: 91). Por último: “Para practicar el constructivismo derivado de las tradiciones vigotskianas, hay que reconocer la experiencia individual y las prácticas socioculturales”, (Vadillo y Klingler, 2004:62).

Los aportes anteriores, ejemplifican la diversidad de teorías y corrientes psicológicas y filosóficas existentes; para entender el aprendizaje en su contexto pleno. De esta forma y como se sugiere: “es erróneo considerar que el currículo escolar se tenga que ocupar exclusivamente de la educación en su sentido más puro (o purista) de promover una comprensión del mundo por el propio valor que pueda reportar esta comprensión” (Carr, 2005:189) y que el docente debe ser capaz de transmitir o ejecutar un currículo escolar sin coartar las posibilidades de desarrollo de habilidades y capacidades de los estudiantes en un contexto como el chileno donde usualmente las salas de clase tienen 40 alumnos en promedio. Por tanto, no es inusual encontrarse con formas de implementar el currículo escolar y de transmitir conocimientos cuando se señala:

Si el educador es quien sabe, y si los educandos son los ignorantes, le cabe, entonces, al primero, dar, entregar, llevar, transmitir su saber a los segundos. Saber que deja de ser un saber de “experiencia realizada” para ser el saber de experiencia narrada o transmitida. (Freire, 1970:80).

Desde las ciencias: “Una actividad educativa debe permitir al alumno la posibilidad de interactuar con su entorno. Sin embargo, esta interacción debe producir en él la activación de sus esquemas de pensamiento” (Santelices, L., Gómez, X., y Valladares L., 1992:29). Entonces; ¿cómo podemos lograr la formación en ciencias que queremos para que las nuevas generaciones puedan desarrollar sus habilidades y capacidades científicas? “La formación que queremos no la vamos a lograr con lecciones tradicionales, de esas que combinan las explicaciones breves con los interrogatorios. No la vamos a lograr con cuestionarios para responder copiando del libro” (La Cueva, 2006:17).

Objeto de interés, hoy en día, es la comprensión de los conceptos y lo relacionado con aprendizajes significativos en contextos escolares. En este marco se destaca, “En un enfoque moderno, el aprendizaje es considerado como conocimiento en evolución y ocurre tanto de manera implícita como explícita” (Montenegro, 2003:23). Así “las estrategias de educación deben potenciar las habilidades de pensamiento científico que los niños pueden llegar a desarrollar” (Torres, H. 2015: 113).

Siendo un proyecto que se aborda desde la Educación no formal, surge la pregunta de investigación:

¿De qué manera se comprende que promover la cultura científica y tecnológica mediante la ejecución de un proyecto de educación no formal, impacte de forma positiva en la calidad de vida de las personas?.

Para Max-Neef (et al., 1994:40), “la calidad de vida dependerá de las posibilidades que tengan las personas de satisfacer adecuadamente sus necesidades humanas fundamentales” y Sen (1997:112-113); Nussbaum y Sen, (1995:563-564), a esta pregunta respondería, que si la satisfacción de estas necesidades fundamentales, permiten el desarrollo de las capacidades y además, son capaces de entregar libertades al desarrollo de estas mismas capacidades, entonces la calidad de vida depende de las posibilidades que poseen las personas para satisfacer sus necesidades humanas fundamentales. Así mismo Organismos como UNESCO, BID y CEPAL entre otros entienden la potencialidad transformadora de realidad que es intrínseca al conocimiento científico y tecnológico en los niveles cultural, social y productivo (Loray, R. 2017:74).

“Es necesario comprender que la cultura tiene mayor conexión con lo intangible, ya que ella concentra tradiciones, creencias, modos de vida y el lenguaje de un grupo social y que por esto mismo se diferencia de otros”, (Insa y Val, 2005:58), como también: “El hombre sólo se realiza como ser plenamente humano por y en la cultura” (Morin 2001:63). Para Bourdieu (2000:138), la incorporación de Capital Cultural puede realizarse tanto de forma planeada mediante la educación formal o de forma no planeada mediante educación informal. Señala además que como capital - la cultura - es acumulable y que por ende la incorporación o apropiación de cultura inevitablemente trae consigo beneficios que pueden ser de estatus dentro de unas clases sociales determinadas y/o económicas. Sin embargo, también encontramos la educación no formal donde se señala que: “La educación formal y la no formal tienen entre si un atributo común que no comparten con la educación informal: el de la organización y sistematización, por consiguiente, debe reconocerse que hay una relación lógica distinta entre las tres” (Smitter 2006:243). Por otro lado; se considera como educación no formal: “Cualquier esfuerzo educativo organizado intencional y explícito para promover el aprendizaje mediante enfoques extra-escolares, con el fin de elevar la calidad de vida” (Reed et. Al. en Pacheco, M. 2007:3). Para otros autores:

La educación no formal, en el marco de una cultura del aprendizaje a lo largo de toda la vida, comprenderá todas aquellas actividades, medios y ámbitos de educación, que se desarrollan fuera de la educación formal, dirigidos a personas de cualquier edad (...) organizados expresamente para satisfacer determinados objetivos educativos en diversos ámbitos de la vida social... (Garibaldi et.al., 2009:30).

La escuela es el lugar de la educación y del aprendizaje formal y no formal, es el lugar del pensamiento y de la disciplina intelectual y moral. Es el lugar de las mentes formadas y en formación al mismo tiempo. (León, 2012:8).

2.- Instancias de aprendizaje no formal: Una oportunidad para la Valoración y la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología:

Para el Programa Explora de CONICYT, acercar la ciencia hacia la comunidad a través de educación no formal es parte de la propuesta de la misión que busca: “contribuir a crear una cultura científica y tecnológica en la población, fomentando en la ciudadanía el

razonamiento crítico, reflexivo y la comprensión del entorno, fortaleciendo el desarrollo integral de las personas mediante la curiosidad y el pensamiento científico”. (Programa Explora, 2013)

Su tarea está enfocada en la apropiación social de la ciencia, en acercar el conocimiento científico a la vivencia cotidiana de estudiantes, docentes y comunidad, aportando al desarrollo y fortalecimiento de habilidades para conocer y comprender el mundo que los rodea.

Para Lewis y Kelli (citado por La Cueva, 2006:13) señala que: “...el progreso científico y tecnológico de un país se apuntala gracias a una población interesada e informada sobre éstas áreas de tanta trascendencia social”. Por otro lado, en la declaración de la tercera conferencia de Pugwash (Viena, 1958) citado por Hernández y Prieto (2007), ya se hablaba que los científicos debían dejar los laboratorios para ir a educar al público:

Es responsabilidad de los científicos de todos los países contribuir a la educación de las personas a través de la difusión de una comprensión amplia de los peligros y las potencialidades que ofrece el crecimiento sin precedentes de la ciencia. (Hernández, M. y Prieto J., 2007:261).

Para autores como Tonda (1999), la divulgación de la ciencia “pretende hacer más universal el conocimiento” (p.55). Para otros autores: “es acercar la ciencia al público general, no especializado; es toda actividad de explicación y difusión de los conocimientos, la cultura y el pensamiento científico y técnico” (Sánchez y Roque, 2011:92), y “... comprende todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, con una sola condición: que sean tareas extraescolares, que se encuentren fuera de la enseñanza académica y regulada y que estén dedicadas al público no especialista” (Castro F. 2000, en Sánchez y Roque, 2011:92).

Entendida así la Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, promueve la curiosidad, motiva el interés de las personas por conocer y comprender su entorno; contribuye a la formación de su propia opinión respecto a cómo la ciencia aporta a mejorar la calidad de vida de las personas. Por tanto, contribuir a una cultura científica y tecnológica estimula,

fomenta y promueve actividades para la difusión del conocimiento científico y tecnológico y resalta su importancia dentro del proceso de evolución social.

Muchos autores coinciden en que la apropiación de una cultura científica y tecnológica, permite a las personas mejorar su calidad de vida entendida como capital cultural científico, interiorizado mediante educación formal o no formal, siendo esta última más flexible frente a cambios tecnológicos y actualización de contenidos además también expresan que el apropiarse de una cultura científica y tecnológica, permite que las personas mejoren su calidad de vida ya que satisfacen la necesidad de entendimiento a la vez que los conocimientos entregados les brindan la libertad de elegir la forma en que desean desarrollar sus capacidades y habilidades.

3.- Desafíos y oportunidades del Proyecto Asociativo Regional Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente, para la divulgación de la Ciencia y la Tecnología:

Los desafíos y oportunidades que enfrenta en su implementación el PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente, tienen relación directa con la distribución geográfica de las 22 comunas a su cargo, sumado a las características del territorio en términos de acceso. Así el proyecto ha debido definir estrategias con enfoques interactivos y participativos que abren espacios a acciones que orientan el propósito de acercar las ciencias y la tecnología con objeto de beneficiar a una comunidad que carece de acceso.

a).- Cobertura y focalización: El territorio de acción del proyecto, cuenta con una población de 2.164.823 (SUBDERE, (s/f)), habitantes donde el 29% pertenecen a comunas rurales, según datos estadísticos del país. Dentro de las comunas de acción existe un alto componente de ruralidad por tanto las características del territorio, conforman una heterogeneidad de variables, económicas, sociales, ambientales y culturales, observándose la segregación y disparidad cultural en el sentido centro – periferia.

Así el proyecto busca destacar todas aquellas potencialidades de la población y su territorio, a fin de poner a disposición, el conocimiento sobre el universo de la ciencia y tecnología, incorporando actitudes, que permitan a los habitantes comprender sus

habilidades y desarrollar herramientas para gestionar el aumento de su calidad de vida. Se han implementado acciones hacia la cobertura territorial e inclusión social.

Las comunas tanto rurales, como aquellas periféricas de la zona, acceden al conocimiento científico de forma equitativa y accesible.

b).- Alianzas: El proyecto ha generado mecanismos que permiten contar con mayor número de vínculos y redes institucionales de manera efectiva y sostenible. El propósito surge ante la necesidad de contar con científicos de distintas áreas del conocimiento, ampliar la cobertura territorial y los canales de comunicación. El proyecto, concentra esfuerzos en la gestión de oportunidades para afianzar relaciones con otras instituciones mediante convenios que respaldan el trabajo conjunto, en pos de alcanzar objetivos en común, aprovechar al máximo las potencialidades de cada una de las instituciones, aprovechar los recursos disponibles y mantener una activa cooperación para el desarrollo de temas vinculantes.

c).- Visibilidad y posicionamiento: En el periodo de ejecución de cinco años, este proyecto ha debido enfrentar los desafíos de ir creciendo dentro del territorio asignado y a su vez ir posicionándose en el medio. Se ha debido ir establecido relaciones comunicacionales con el público para avanzar en presencia territorial, vínculos que se han ido logrando en la ejecución de las actividades, intercambio de experiencias y participación. Para lograr visibilidad, se han establecido redes de trabajo territorial sectorizadas mediante reuniones con Departamentos de Educación Comunal, Sostenedores y Directores de Establecimientos Educativos.

Además, se ha podido contar con el apoyo de una plataforma de medios digitales, sitio web y redes sociales que se transforman en una herramienta de acercamiento a los beneficiarios de las distintas comunas.

En este contexto, el desafío ha sido mantener la dinámica de comunicar científicamente desarrollando contenidos de interés y diseño atractivo visualmente.

4.- Metodología

Este estudio de carácter descriptivo con enfoque cuantitativo. “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014:119).

La investigación describe un fenómeno escasamente estudiado en su contexto. Detallando las experiencias asociadas a cada línea de acción. Centrado en producir un documento que aporte en comprender como, procesos de implementación de esta naturaleza de proyectos contribuyen a hacer divulgación científica en un contexto de Educación no formal para mejorar la calidad de vida de las personas.

Para materializar los lineamientos estratégicos del proyecto, se han definido acciones que contribuyan a la divulgación científica, destacando su vocación territorial, la identidad socio-cultural, económica y ambiental, empoderando a sus habitantes al desarrollo y fortalecimiento de sus comunas de una manera integrada e inclusiva con la región, entendiendo el desarrollo como “proceso a través del cual se liberan las potencialidades de un objeto u organismo, hasta alcanzar su forma natural completa y deviene un ser hecho y derecho” (Viola, A. en Esteva, G. 2000: 71) - se han definido actividades, que tienden a llevar la ciencia y la tecnología a los establecimientos educacionales promoviendo el desarrollo de habilidades de carácter científico y tecnológicas y entregando herramientas tanto técnicas como transversales que permitan el mejoramiento de su calidad de vida de los y las estudiantes y de toda la comunidad educativa.

Esta primera tarea se ha materializado ha través de un proceso de planificación que ha permitido establecer la carta gant, cronograma y ficha de actividades, estrategias y metodologías basada en la indagación científica, que motive e incentive hacia la exploración, la curiosidad y experimentación. Ha permitido planificar la logística, requerimientos técnicos, tecnológicos y recursos humanos.

Así mismo; esta etapa, ha permitido levantar información de los intereses y necesidades de cada comuna distribuyendo en el territorio de manera equitativa y focalizada las actividades planificadas, dando forma y sentido a los ejes del proyecto con cada una de las actividades que se especifican a continuación:



Figura N°2: ejes de trabajo del proyecto.

5.- Resultados

a.- Presentación y análisis de resultados: Los datos que se presentan en este estudio, fueron recopilados mediante listas de asistencia solicitadas a los establecimientos educacionales donde participaron estudiantes de todos los niveles de educación.

Para eventos masivos se utilizaron monitores con clickeras y entrega de pulseras contra declaración de asistencia, pequeño cuestionario que solicita conocer edad, género y comuna de procedencia tanto de quien declara como de sus acompañantes.

Se utilizó declaración de público estimado en aquellos casos donde las condiciones del lugar o la actividad impedían emplear otros métodos de cuantificación de público. Así los encargados de operaciones se vuelven informantes claves en tanto llevan la contabilidad total de personas que ingresan en estos recintos.

En cuanto al establecimiento de metas de público por instrumento están dadas por las bases de licitación del proyecto.

Durante la ejecución de las acciones de los ejes de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología entre el 01 de abril de 2017 al 31 de marzo de 2018, se logró abordar las 22 comunas del área Sur Poniente de la Región Metropolitana.

En cuanto a las metas proyectadas para ambos ejes la gráfica que a continuación se muestra, presenta que, las metas propuestas al 100% de ejecución fueron alcanzadas.

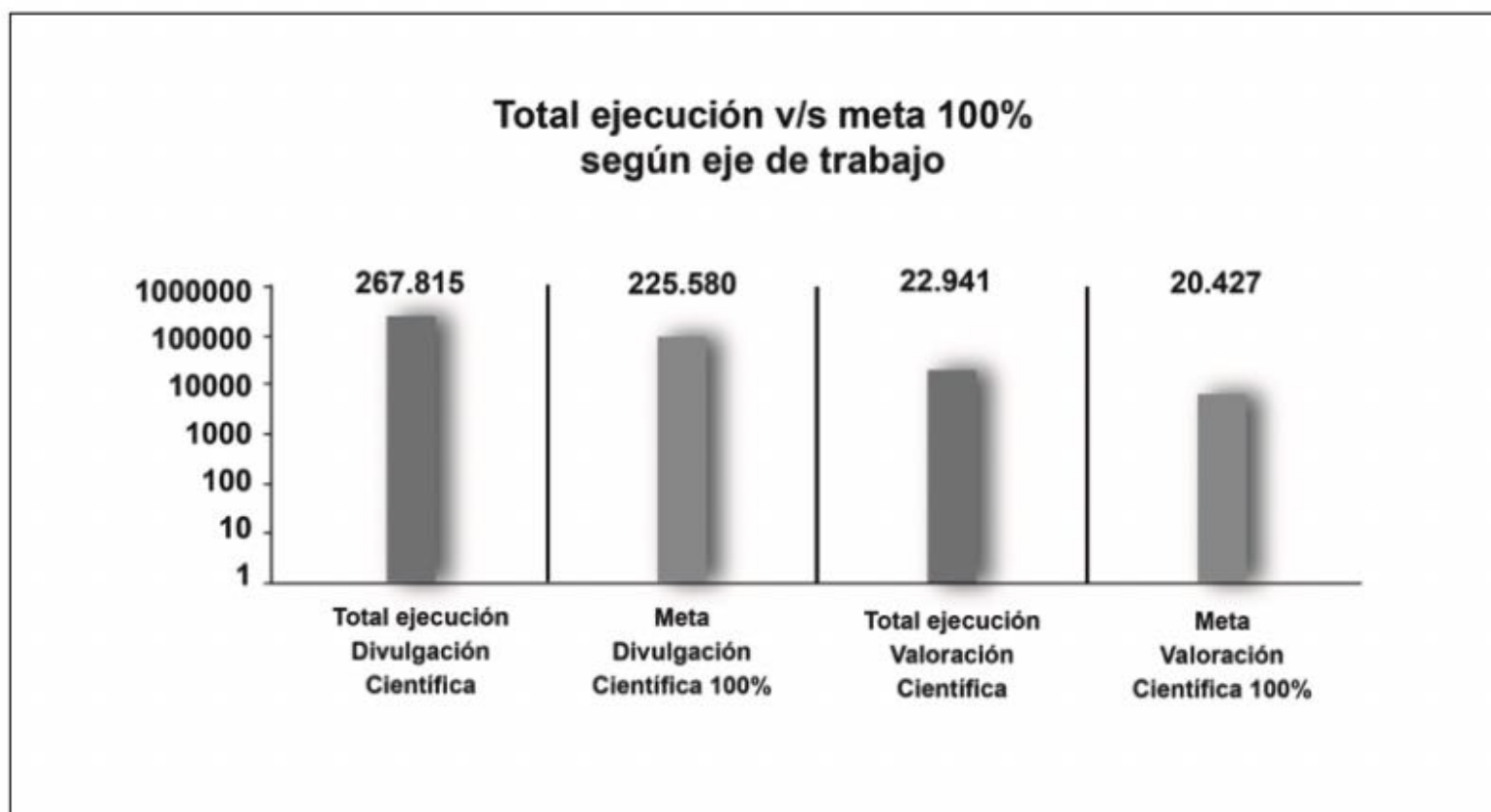


Gráfico N°1: Total ejecución/ metas según ejes del proyecto.

a.1.- Resultados por eje de trabajo. En los siete instrumentos ejecutados por el eje Valoración Científica participaron un total de 22.981 personas sobrepasando la proyección estimada en 2.554 personas. A continuación, se presenta tabla de participantes Eje de Valoración Científica al 31 de marzo 2018.

Tabla N°2: Información recopilada en reporte cuantificaciones público del proyecto, año 2017.

Categorías	Capacitaciones	TCC	CAICE y Academias	FETYC y Teatro Reg.	Ferias Científicas	CRECYT	Album	Día Astronomía	Total Participantes
Alcance	2.760	857	404	269	2.394	846	14.146	1.305	22.981
Meta 100%	2.030	857	600	262	2.000	738	12.500	1.440	20.427

El instrumento Capacitaciones en Ciencia y Tecnología registra 2.760 participantes en el periodo, lo que implica 730 participaciones sobre la estimación propuesta al 31 de marzo, esto involucra un alcance del 36% sobre la meta estimada. Las temáticas de las Capacitaciones a docentes corresponden a Ciencia y Género realizadas en conjunto con Programa Desarrollo de la Mujer Melipilla y Universidad Academia de Humanismo Cristiano. Capacitación Robótica junto con Fundación EcoScience. Capacitación Astronomía en asociación con Fundación Astromanía, Capacitación Patrimonio Cultural en conjunto con la Universidad Academia de Humanismo Cristiano y Museo Histórico Nacional. Capacitación en Bioquímica apoyados por la Universidad del Pacífico y Capacitación Periodismo Científico con colaboraciones de Universidad Andrés Bello, Universidad de Santiago de Chile y Universidad del Pacífico. El éxito de esta iniciativa es atribuible a que el docente adquiere herramientas en la temática escogida.

Tus Competencias en Ciencias (TCC) es una iniciativa del Programa Explora de CONICYT, muestra 857 participantes, este instrumento alcanzó el 100% de la estimación proyectada. En la ejecución, observa interés de establecimientos educacionales al considerar que el instrumento está dirigido a generar conocimientos, habilidades y actitudes en ciencia y tecnología en preescolares y estudiantes de primer ciclo básico. “Tus Competencias en Ciencias, está centrada en una pedagogía indagatoria que incentiva la exploración a través de los sentidos, que invita a hacerse preguntas y responde a desafíos que motivan la reflexión, la experimentación y análisis entre otras habilidades científicas” (Toledo M., Farías A., Castro, R., 2017:104). Los docentes interesados recibieron una capacitación de tres días para familiarizarse con el modelo pedagógico, metodología y kit de materiales.

Clubes de Apoyo a la Investigación Científica Escolar (CAICE) y Academia de Ciencias, presentan 404 participantes alcanzando el 67% de cumplimiento de la meta planteada para el periodo que corresponde a 600 participantes. El instrumento está dirigido a estudiantes entre 5° básico a 3er año de Educación Media, promoviendo el aprendizaje y utilización del método científico para fomentar la investigación escolar y el desarrollo de

proyectos tecnológicos en los establecimientos educacionales. El club tiene como apoyo un asesor científico gestionado por el proyecto.

Festival Escolar Teatro y Ciencia (FETYC) presenta 44 participantes, mientras que Teatro Regional presenta 225 participantes, cumpliendo el 100% estimado a ejecutar. FETYC es un proceso donde docentes postulan con un grupo máximo de 12 alumnos y desarrollan una obra teatral con contenido científico relacionado al tema del año propuesto por el Programa Explora de CONICYT.

Feria Científica declara 2.391 participantes con 391 participantes sobre el total estimado para el periodo de un 19,7%. Estas participaciones corresponden a estudiantes expositores en Feria Científica.

Álbum presenta 14.146 participaciones superando los participantes estimados en 1.646 personas observándose un 13,2% de cumplimiento sobre 12.500 participantes estimados. Instrumento dirigido a estudiantes de Educación Básica quienes recibieron un álbum con el tema del año propuesto por el Programa Explora de CONICYT.

Para lograr las acciones del eje Valoración Científica, se realizaron vinculaciones con instituciones científicas, fundaciones, universidades y otras interesadas en las ciencias.

a.2.- Actividades ejecutadas en los 7 instrumentos del eje Divulgación Científica: entre el 1 de abril de 2017 hasta el 31 de marzo 2018, participaron un total de 266.400 personas sobrepasando la proyección estimada para el 100% en 40.820 personas.

Tabla N°3: Información recopilada en reporte cuantificaciones público del proyecto, año 2017.

Categorías	1000c 1000a	Charlas Seminarios y Documentales	Feria Científica	Exposición Interactiva	SNCYT, Mola, DCC	Día Astronomía	Muestra Modular	Total Participaciones
Alcance	7.160	9.189	64.287	169.265	8.707	2777	5015	266.400
Meta 100%	7.120	8.000	58.000	140.000	7.200	260	5.000	225.580

Mil Científicos Mil Aulas (1000c 1000a), registra 7.160 participaciones totales que comparado con la proyección estimada se sitúa por sobre las 7.120 participaciones esperadas entre mayo y diciembre de 2017. La actividad consiste en visitas de científicos a establecimientos educacionales, a fin que los estudiantes puedan conocer el que hacer de los investigadores.

Charlas, Seminarios y Documentales declara 9.189 participantes lo que significa 1.189 personas (14,9%), sobre la proyección al 100% de ejecución. En este ítem se cuentan actividades como Día de la Educación Pública donde se visitó el Liceo Polivalente 133 de la Comuna de Lo Espejo, escogido para esta actividad por ser uno de los liceos con mayor índice de vulnerabilidad promedio del proyecto, con un 93,2% (JUNAEB, 2017).

Ferias Científicas presentan 64.287 asistentes, por sobre las 58.000 participaciones estimadas expresado en un 10,8% de cumplimiento sobre la estimación al 100% de ejecución. Destaca la realización de Ferias Científicas Comunes en las comunas de El Monte, Isla de Maipo, Melipilla y Talagante. Las Ferias Científicas son encuentros de estudiantes, organizados por establecimientos educacionales donde se promueve, el intercambio de experiencias en el ámbito de la investigación científica y tecnológica.

Se observan 169.265 participantes en Exposición Interactiva que implican 29.265 asistentes sobre la proyección del periodo reflejado en un 20,9% sobre la estimación. Las exposiciones interactivas corresponden a una muestra con contenido científico que permite la interacción del público con los elementos montados en escena. En el periodo abril 2017 marzo 2018 se instalan exposición Entomología, Domo Cerebro del Instituto Milenio de Neurociencia Biomédica (BNI) y Tabla Periódica del Programa Explora de CONICYT.

Durante el período de ejecución 2017-2018 el proyecto implementó Muestra Modular Replicable “Nuestros Amigos del Océano”, inspirada en el tema del año del Programa Explora de CONICYT. Esta muestra permite conocer de forma interactiva 7 especies que podemos encontrar en las costas chilenas. Durante marzo de 2018, ha comenzado su itinerancia en establecimientos educacionales de la Región con 5.015 personas.

Con motivo del Día Nacional de la Astronomía se realizan 4 charlas provinciales en forma simultánea dirigidas a público escolar en las comunas de Melipilla, Cerrillos, Isla de Maipo y Paine. Enfocado en público general se realizó la actividad Noche de Astros en el Museo Nacional de Aeronáutica y del Espacio ubicado en la comuna de Cerrillos, donde los asistentes pudieron participar de la exposición de científicos del Centro de Astronomía y Tecnologías Afines, del Instituto Milenio de Discos Protoplanetarios y del Instituto Milenio de Astrofísica. La actividad se complementó con observación astronómica. Ambas iniciativas totalizaron 2.777 asistentes.

Durante el periodo señalado se realizan actividades especiales en el marco de la Semana Nacional de la Ciencia y Tecnología (SNCYT) que incluye Museos, Observatorios y Laboratorios Abiertos (MOLA) con 2.058 participantes, Fiesta de la Ciencia: “CienciaFest” con 4.216 asistentes, Día de la Ciencia en mi Colegio con 2.433 participantes. Estas actividades reunieron 8.707 participantes lo que implica 1.507 participaciones por sobre las 7.200 participaciones estimadas superando la meta en un 21%. Para concretar las acciones del eje Divulgación realizan vinculaciones con instituciones, que desarrollan temas científicos de interés para los beneficiarios.

a.3.- Instrumentos con mayor alcance: Es posible señalar que; el instrumento con mayor alcance territorial en el eje de Divulgación Científica corresponde a Charla, Documentales y Seminarios y Ferias Científicas que lograron presencia en las 22 comunas y en el eje de Valoración Científica corresponde a TCC y Álbum.

Las comunas con mayor porcentaje de participación de beneficiarios respecto de la matrícula total de las 22 comunas, corresponden a Maipú 22,2%, San Bernardo 12,4% y El Bosque 8,9%.

Las comunas donde el proyecto obtuvo un mayor impacto en el número de beneficiarios respecto de la matrícula escolar comunal son El Monte 101,9%, Calera de Tango 39,4% y Paine 33,7%. Importante destacar que El Monte es la séptima comuna del Índice de Aislamiento, Calera de Tango la quinta, Paine la sexta. Así mismo; las comunas donde el proyecto obtuvo mayor impacto porcentual en el número de beneficiarios respecto de la población comunal corresponden a El Monte 13,7%, Alhué y Calera de Tango ambas con un 8,6%. Cabe destacar el caso de Alhué que de acuerdo al índice de Aislamiento es la comuna más aislada de la Región Metropolitana.

b.- Discusión de resultados: Es necesario destacar que el PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente, es el único Proyecto de este tipo que se desarrolla en la zona sur poniente de la Región Metropolitana. Si bien existen 2 proyectos más en ejecución en la Región Metropolitana, las condiciones del territorio como de población donde operan no son comparables con las del proyecto sur poniente. Si bien Lozano, Mendoza, Rocha y Welter (2016:28), muestra la existencia de estudios relacionados con la popularización ciencia y tecnología dentro de Latinoamérica, Chile es el único Clasificado

en tipo 1 junto a España; por lo que en lo que abarca esta investigación no se encontraron iniciativas comparables con PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Sur Poniente.

Al comparar los resultados obtenidos por el área de Divulgación Científica con el de Valoración Científica se observa que los instrumentos de divulgación superan las metas de público de forma más holgada que las de Valoración Científica. Esto se explica en que los instrumentos de Divulgación Científica responden a intervenciones cortas donde incluso en las actividades que se realizan al interior de los establecimientos educacionales los docentes junto a los estudiantes son, en la lógica de educación bancaria de Freire (1970), depositarios del saber de otro que entrega conocimientos como es el claro caso de la iniciativa 1000c 1000a, Charlas Científicas, Seminarios y Documentales. En general los instrumentos de Divulgación Científica responden a una lógica donde primero está el interés por aprender o conocer desde el trabajo de otro. De lo anterior se infiere que el docente luego de la actividad de Divulgación Científica presenciada realice algún interrogatorio, trabajo u otro tipo de instrumento para conocer si los estudiantes se interesaron por algún contenido de los expuestos.

Caso distinto es el de Valoración Científica donde los instrumentos responden a una lógica del aprender mediante la propia experiencia, de apropiarse del saber hacer como es el caso más emblemático el de investigación científica escolar. Este instrumento propone un trabajo donde docente y alumno se encuentran prácticamente en la misma condición de conocimientos cuando deciden realizar una investigación científica. Estudiante y docente se aventuran a descubrir en conjunto una realidad por explorar. Desde esta perspectiva la investigación escolar nace del interés de los estudiantes y es donde se aplica la metodología científica.

Para ir finalizando, este proyecto, ha logrado abordar todas las comunas a su cargo, cumpliendo con el propósito de acercar las oportunidades científicas y tecnológicas a los habitantes de la zona sur poniente. En este sentido el Proyecto ha logrado enfrentar el desafío de descentralización, cobertura y focalización, visibilización y vinculación con instituciones científicas y aquellas interesadas en acercar la ciencia a la comunidad.

Los instrumentos de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, han dado respuesta a los propósitos del proyecto con acciones que fomentan la participación de estudiantes y público general en actividades que permiten la comunicación de la Ciencia y la Tecnología facilitando la apropiación de conocimientos Científicos y Tecnológicos lo

que repercute en la forma en que las personas desarrollan sus habilidades y capacidades impactando directamente en su calidad de vida. Esto toma mayor relevancia al ser un proyecto que atiende comunas que poseen el carácter de aislada, cumpliendo metas en el contexto de descentralización y focalización. De esta forma el proyecto, se consolida como nodo articulador entre las oportunidades que entrega la Ciencia y Tecnología y los habitantes de esta zona de la Región Metropolitana.

En cuanto a la ejecución de los instrumentos se observa que el instrumento CAICE y Academias no logra la meta propuesta, exigiendo al proyecto revisión de la estructura del instrumento en cuanto a la convocatoria e inscripción de clubes. Presentando el desafío de generar un estudio que analice las razones por las cuales los docentes están dispuestos a vincularse, participar y trabajar con sus estudiantes en actividades que ofrecen iniciativas de educación no formal en el contexto de investigación escolar en ciencias y en tecnología a fin de aprovechar las oportunidades que brinda el proyecto.

Destacan los vínculos logrados con diversas instituciones de carácter pública o privadas que tiende a promover el desarrollo de propuestas de Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología con objetivos comunes y/o complementarios en áreas de investigación y desarrollo científico, tecnológico y educativo.

Como señala Lozano (2016), el Programa Explora de CONICYT “anualmente define un tema sobre el que se producen contenidos para publicaciones físicas y digitales, charlas, campañas públicas, concursos, debates, exposiciones, entre otras” (Lozano et al, 2016:30). Generando una oportunidad para el proyecto en buscar y generar alianzas en perspectiva de realizar actividades de divulgación y valoración científica, vinculadas al tema del año.

Finalmente, como proyección, para este año 2018, el objetivo es vincularse con instituciones y científicos que trabajen temas relacionados a la curiosidad, pensamiento crítico y preguntar con el tema “El Año de los ¿Por qué?”.

6.-Referencias

Alamo, O., Davila,L (2011): “Ciencia y Tecnología, Educación y Ciudadanía”. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 16, n. 3, p. 619-629.

Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/aval/v16n3/v16n1a07.pdf>

- Álvarez, D. (2012). "Aprendizaje formal en ambientes formales". Boletín SCOPEO N° 74. 30 de noviembre de 2012. Recuperado de <http://scopeo.usal.es/node/2643> [Consulta: 02/03/2018]
- Bourdieu, P. (2000): "Poder, Derecho y Clases Sociales". Desclée de Brouwer. Bilbao, España.
- Carr, D. (2003): "El sentido de la educación". Primera Edición. Graó. Barcelona, España.
- Cabalé, E. y Rodríguez G. (2017): "Educación no Formal: potencialidades y valor social". Revista Cubana de Educación Superior, v 36, p 69-83. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-3142017000100007&lng=es&tlng=es.
- CONICYT, (s/f): EXPLORA Programa Nacional de Divulgación y Valoración de la Ciencia y la Tecnología. Recuperado en <http://www.conicyt.cl/explora/sobre-explora/que-es-explora/> [consulta:06/11/2017].
- Dewey, J. (1916): "Democracia y Educación". Tercera Edición Morata S.L. Madrid, España.
- Esteva, G. (2000): Antropología del Desarrollo. Paidós. Barcelona, España.
- Freire, P. (1970): "Pedagogía del Oprimido". Siglo XXI, editores s.a.de c.v. México.
- Garibaldi, L. et. Al (2009) "Aportes para la elaboración de propuestas de políticas educativas. Educación no formal: Una oportunidad para aprender". Recuperado de http://www.oei.es/historico/pdf2/aportes_educacion_no_formaluruguay.pdf
- Harlen, W. (1998): "Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias". Quinta Edición. Ediciones Morata S.L. Madrid, España.
- Hernández, M. y Prieto J., (2007): "Historia de la Ciencia. (Vol II)" Producciones Gráficas, Tenerife
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014): "Metodología de la Investigación". Sexta Edición. McGraw Hill. D.F. México.
- Insa, J. y Val, E. (2005). "Turismo y Gestión del Territorio". Diputación de Zaragoza. Novalia Electronic Editions. Zaragoza, España.
- JUNAEB (2017) "Prioridades 2017 con IVE SINAEB Básica Media y Comunal" Recuperado de <http://www.junaeb.cl/ive>
- La Cueva, A. (2006). "Ciencia y Tecnología en la Escuela", Segunda Edición, Editorial Laboratorio Educativo.

León Aníbal R. (2012) "The Ends of Educations" / núm 23 (año 9) 4-50. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/709/70925416001.pdf>

Loray, R. (2017) "Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: tendencias regionales y espacios de convergencia". Revista de Estudios Sociales 62: 68-80. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.7440/res62.2017.07>

Lozano, M.; Mendoza T., M.; Rocha, F. y Welter, Z. (2016). "La apropiación social de la ciencia, la tecnología la innovación (ASCTI): políticas y las prácticas en Chile", Colombia, Ecuador y Perú. TRILOGÍA. Ciencia, Tecnología y Sociedad, 8(15), 25-40.

Marcos A., Calderón F. (2002) "Una teoría de la divulgación de la ciencia". Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia, vol. 3, núm., pp. 7-40, Universidad El Bosque Colombia.

Max-Neef, M., Elizalde, A., Hoppenhayn, M. (1994). "Desarrollo a Escala Humana". Icaro. Barcelona, España.

MINEDUC (2017) Buscador de Datos Matricula Ministerio de Educación Recuperado de: <http://junarsemantics.s3.amazonaws.com/mineduc/BigData/Visualizaciones/VZ2/index.html>

(consultado el 20/04/2018).

MINEDUC (s/f): "Bases Curriculares. Programa de Ciencias Naturales". Recuperado de <http://www.mineduc.cl>

Montenegro, I. (2003). "Aprendizaje y desarrollo de las competencias". Primera Edición, Editorial Delfin Ltda. Colombia.

Morin, E (2001): "Los siete saberes necesarios para la educación del futuro". Ediciones Paidós, Ibérica, S.A. España. ISBN:84-493-1076-8

Nussbaun, M. y Sen, A. (1995): "Calidad de Vida". Fondo de Cultura Económica. DF, México.

Pacheco, M., (2007): "Educación no formal concepto básico en Educación Ambiental". Recuperado en <https://comenio.files.wordpress.com/2007/08/noformal.pdf>

Piaget, J. (1975): "La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo". Siglo Veintiuno Editores. Coyoacán, México.

Sánchez Y., Roque Y. (2011): "La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación" Año 7, No. 7, 2011 Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5704469.pdf> ‘

Santelices, L., Gómez, X., & Valladares L., (1992). “Laboratorio de Ciencias Naturales”. Colección Teleduc. Tercera Edición. Editorial Universitaria S.A. Chile.

Sen, A. (1997): Bienestar, Justicia y Mercado, Paidós. Barcelona, España

Smitter, Y. (2006), “Hacia una perspectiva sistémica de la educación no formal”. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Miranda. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76102213.pdf>

SUBDERE (2011): “Estudio Identificación Territorios Aislados” Recuperado de <http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/web.pdf> en: Visitado el 11/01/2018.

SUBDERE (s/f): “Sistema Nacional de Información Comunal” Recuperado de http://datos.sinim.gov.cl/ficha_comunal.php Visitado el 20/04/2018

Terrazas, R.; Silva, R. (2013): “La educación y la sociedad del conocimiento”. PERSPECTIVAS, núm. 32, octubre, 2013. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4259/425941262005.pdf>

Toledo, M.; Farías, A.; Castro, R. (2017). Innovación metodológica basada en un modelo de competencias para la valoración de la ciencia, la tecnología e innovación. Certiuni Journal, (3), 103-120. Recuperado de <http://uajournals.com/ojs/index.php/certiunijournal/article/view/266/19>

Tonda, J. (1999). ¿Qué es la divulgación de la ciencia? Ciencias 55, julio-diciembre, 76-81. Recuperado de <http://www.revistaciencias.unam.mx/en/104-revistas/revista-ciencias-55/864-ique-es-la-divulgacion-de-la-ciencia.html>

Torres, H. (2015): “La Importancia de Realizar Investigación en Ciencias Naturales en el Nivel Preescolar: La Biofilia como una Oportunidad”. Revista Enfoques Educativos V. 12 p. 105-124. Recuperado de <http://www.facso.uchile.cl/educacion/publicaciones/61788/libros-y-revistas>

Vadillo, G. & Klingler C., (2004): “Didáctica”. Primera Edición, Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.

Vigotsky, L. (1978): “El Desarrollo de los Procesos Psicológicos Superiores”. Crítica. Barcelona, España.

2

Sistema de Diálogo Humano-Robot Utilizando Razonamiento Basado en Casos

Efraín Alfonso Orozco Ocampo - Karen Dayana Quiroga Villalobo y Jenis del Carmen Sagbini Echávez

Universidad Popular del Cesar
Colombia

Sobre los autores:

Efraín Alfonso Orozco Ocampo: Estudiante de Ingeniería de Sistemas, miembro del Semillero de investigación SISE. Adscrito al grupo de investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar.

Correspondencia: efrainorozco@ghostmail.com

Karen Dayana Quiroga Villalobo: Estudiante del Programa Ingeniería de Sistemas de la Universidad Popular del Cesar. Miembro del Semillero SISE. Adscrita al grupo grupo de investigación GISICO, Universidad Popular del Cesar.

Correspondencia: kdqv@hotmail.com

Jenis del Carmen Sagbini Echávez: Ingeniera de Sistemas, Especialista en Gerencia de Mercadeo, Magíster en Marketing y Dirección Comercial. Docente Ocasional de Tiempo Completo del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Popular del Cesar. Líder del Semillero SISE, grupo de investigación GISICO y AITICE, Universidad Popular del Cesar.

Correspondencia: jenissagbini@unicesar.edu.co

Resumen

Desde el momento en que el ser humano tiene conciencia, se sabe que a través del diálogo es la forma correcta para resolver conflictos y entender situaciones que se presentan cotidianamente. En este contexto, desde décadas anteriores, la idea que los robots puedan interactuar, es decir, sostener una conversación de manera autónoma y natural con el ser humano, se ha venido abarcando con gran expectativa. Dichas ideas han sido plasmadas desde la ciencia ficción hasta llevarlas al entorno del mundo real, pero aun así existen muchos vacíos en la construcción de un modelo de sistema de diálogo humano-robot en cual se maneje una conversación parecido al que se da entre los seres humanos. En el presente proyecto se plantea la construcción de un sistema de diálogo que facilite la comunicación humano-robot de la forma más natural y autónoma posible, a través de la conversación. El objetivo principal para la construcción de este sistema de diálogo fue hacer uso de los sistemas razonamientos basados en casos(SRBC), para lo cual, fue necesario analizar los diferentes métodos de razonamiento existentes y diseñar algoritmos para lograr un sistema de diálogo humano-robot estable. La metodología utilizada fue la

Prometheus creada por Lin Padgham y Michael Winikoff y el resultado final fue un sistema basado en técnicas de Inteligencia Artificial bautizado por los autores como ALMOX.

Palabras claves:

Inteligencia Artificial, Robótica, Prometheus, Humano-robot, Diálogo

Human-Robot Dialogue System Using Case Based Reasoning

Abstract

From the moment in which the human being has conscience, it is known that through dialogue it is the correct way to resolve conflicts and understand situations that arise on a daily basis. In this context, since previous decades, the idea that robots can interact, that is, to hold a conversation in an autonomous and natural way with the human being, has been encompassed with great expectation. These ideas have been shaped from science fiction to take them to the real world environment, but still there are many gaps in the construction of a human-robot dialogue system model in which a conversation similar to that between beings is handled humans. In the present project, the construction of a

dialogue system that facilitates human-robot communication in the most natural and autonomous way possible, through conversation, is proposed. The main objective for the construction of this dialogue system was to make use of case-based reasoning systems (SRBC), for which it was necessary to analyze the different existing reasoning methods and design algorithms to achieve a human-robot dialogue system stable. The methodology used was the Prometheus created by Lin Padgham and Michael Winikoff and the final result was a system based on Artificial Intelligence techniques baptized by the authors as ALMOX.

Keywords: Artificial Intelligence, Robotics, Prometheus, Human-robot, Dialogue

Introducción

Un sistema de diálogo constituye la forma en que dos o más personas intercambian ideas, opiniones, pensamientos y sentimientos. Algunos estudios basados en investigaciones acerca de la interacción natural, centran su papel en el cual un sistema de diálogo correcto corresponde en la manera en que la información que fluye debe ser simultánea, es decir, se requiere de un emisor quien envía a información y un receptor quien adquiere la información enviada.

En este contexto, desde décadas anteriores, la idea que los robots puedan interactuar, es decir, sostener una conversación de manera autónoma y natural con el ser humano, se ha venido abarcando con gran expectativa. Dichas ideas han sido plasmadas desde la ciencia ficción hasta llevarlas al entorno del mundo real, pero aun así existen muchos vacíos en la construcción de un modelo de sistema de diálogo humano-robot en cual se maneje una conversación parecido al que se da entre los seres humanos debido a que se han podido evidenciar múltiples deficiencias y fallas en la creación de estos sistemas de diálogo.

Es por ello, que en el presente proyecto se hace necesario plantear un sistema de diálogo que facilite la comunicación humano-robot de la forma más natural y autónoma posible, a través de la conversación. El objetivo principal para la construcción de este sistema de diálogo es hacer uso de los sistemas razonamientos basados en casos(SRBC), el cuál es básicamente un modelo que permite resolver problemas y entender situaciones a traves de las experiencias adquiridas previamente en la solución de otros problemas similares.

En contraste a lo anterior, se describe la metodología utilizada para el desarrollo del producto final, llamada Prometheus, utilizada para el desarrollo de agentes inteligentes, posteriormente se describirán los pasos más importantes en el desarrollo de la aplicación, las especificaciones básicas y técnicas del software desarrollado. Finalmente, se realizó la prueba del software bautizado ALMOX.

Metodología:

Para el desarrollo de este proyecto, se definió un tipo de investigación exploratoria y descriptiva. Exploratoria, basada en (Hernández, 2003) pues se efectúa normalmente cuando el objetivo a examinar es un tema poco estudiado y se tiene muchas dudas o no se ha abordado antes. Descriptiva, debido a que se analizaron y evaluaron los componentes principales que llevaron a cabo dicha investigación, además se mencionan los resultados obtenidos.

La técnica empleada con la finalidad de buscar información útil para la investigación de este proyecto fue una la fuente de datos primarias obtenidas por la búsqueda bibliográfica de libros de inteligencia artificial, robótica y diseños de sistemas de información. Seguidamente, se tuvo en cuenta investigaciones desarrolladas por expertos en el tema de sistemas de interacción humano-robot, tesis, monografías de grado, artículos científicos.

Para las fuentes secundarias, se hizo uso de entrevistas a expertos en el tema calificados del mismo plantel educativo y algunos asesores externos con conocimientos en el tema de la inteligencia artificial.

El proceso de desarrollo de este proyecto se enmarcó dentro de la línea de la Inteligencia Artificial y su fase de desarrollo se dividió en dos etapas; por tanto, se plantea para la primera etapa la utilización de la metodología para sistemas agentes inteligentes, Prometheus y por otra parte en la segunda etapa la implementación del desarrollo del software.

Metodología para desarrollo de agentes inteligentes Prometheus

Prometheus es una metodología para el desarrollo de agentes inteligentes creada por Lin Padgham y Michael Winikoff, en la cual se define un lenguaje de modelado relativamente sencillo, que forma parte de los fundamentos de AUML. Esta metodología define un proceso detallado para especificar, diseñar, implementar y probar/depurar sistemas software orientados a agentes (Padgham & Winikoff, 2004) y utiliza una herramienta de trabajo PDT.

La metodología **Prometheus** consta de tres fases: Especificación del Sistema, Diseño de la Arquitectura del Sistema y Diseño detallado. A continuación, en la Ilustración 1 se da a conocer de manera resumida, las diferentes fases de trabajo en la metodología Prometheus y sus funciones:

Especificación del sistema: focalizada en la identificación de las funciones básicas del sistema. Se agruparon todos los elementos y así formar los roles básicos del sistema.

Diseño Arquitectónico: en esta fase se definieron las funcionalidades para determinar los tipos de agentes que se necesitaron desarrollar. En esta fase fue importante el desarrollo de descriptores que son aquellos que detallan la funcionalidad y especificaciones de un agente, el diseño de un diagrama general visionando toda la estructura del sistema y sus diagramas de agrupamiento agente-rol.

Diseño Detallado: en esta fase se desarrollaron diagramas de procesos, diagramas de agentes para conocer sus funcionalidades internas, y se definieron las creencias de conocimiento. Se definieron los detalles internos de cada agente y especificaron como los agentes realizarán sus tareas. Cada agente fue refinado en términos de sus: capacidades, eventos internos, planes y estructuras de datos.

Un diagrama general de capacidad capturó la estructura de los planes y los eventos asociados y el comportamiento dinámico se describió mediante los diagramas de procesos basados en los protocolos de interacción.

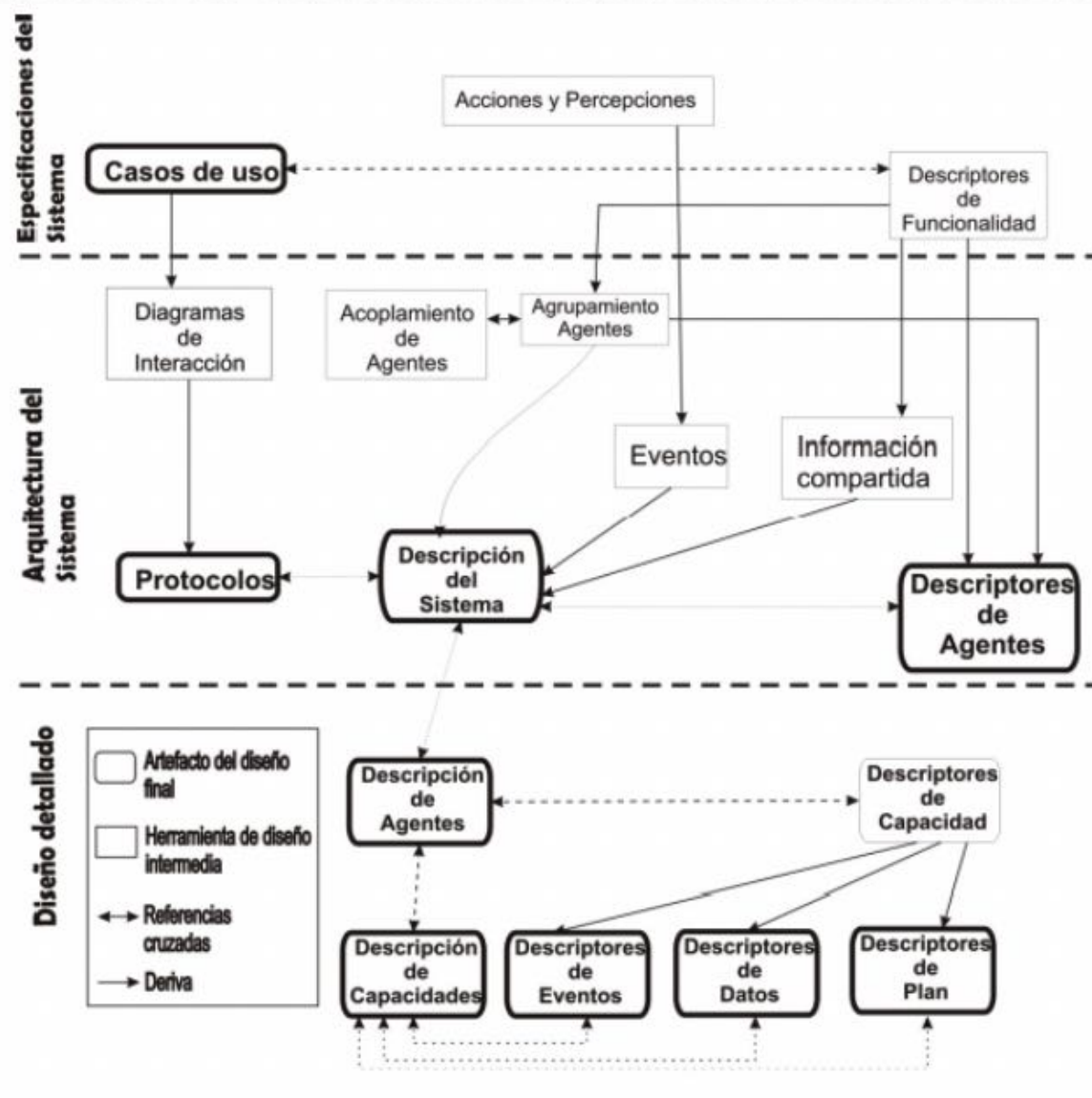
En la última etapa de esta metodología, se hizo prueba del prototipo desarrollado, haciendo una muestra de las interfaces creada para la interacción del sistema con el usuario.

Desarrollo Científico del Sistema

En el diseño del sistema de interacción humano-robot con capacidad de interactuar de manera autónoma y natural a través del diálogo (pregunta-respuesta), se atendieron básicamente las siguientes características en la que se entabla una comunicación real:

reconocimiento del habla, comprensión del enunciado, proporción de una respuesta de manera natural y con sentido y finalmente, la búsqueda por voz de información.

Figura 1. Fases de Trabajo en la Metodología Prometheus



Fuente: : [Padgham, 2002]

En la Especificación del Sistema se identificaron las interacciones del sistema con el entorno. Comprendió el diagrama general del análisis, el cual representa el diseño de las interacciones y percepciones que se producen dentro del sistema. Con ese fin, se identificaron los diversos actores encargados de modelar las funcionalidades que comprenden al sistema: acUsuario, acSistema, acReconocedor, acComprensión, acRespuesta, acBuscador y que a continuación se explican cada uno de ellos:

El actor acUsuario representó al ente principal interactuante con el sistema encargado de manipular el evento iniciador del diálogo y emitir una orden al sistema. El actor acSistema

representó al ente principal capaz de interactuar y responder de manera autónoma y natural con el ser humano atendiendo básicamente las características principales en la que se entabla una comunicación real.

El actor acReconocedor representó el reconocimiento del habla, proceso por el cual, capta el mensaje introducido por el usuario, reconociendo e identificando el lenguaje en el que es transmitido. Este proceso es representado en el escenario reconocimiento del habla mediante la percepción, introducción del mensaje y la acción identificar el mensaje.

El actor acCompresion representó el entendimiento del enunciado encargado de comprender el mensaje o enunciado introducido mediante la identificación de éste, valora el caso y escoge el que más se asemeje. Este proceso está representado en el escenario entendimiento del mensaje mediante la percepción identificación del enunciado y la acción seleccionar caso similar.

El actor acRespuesta representó el rol respuesta del sistema encargado de transmitir la respuesta del sistema. Este proceso se representa en el escenario respuesta del sistema mediante la acción devolver respuesta.

El actor acBuscador representó a la búsqueda por voz de información encargado de realizar búsqueda de información proporcionando una respuesta de un navegador predeterminado. Este proceso está representado en el escenario búsqueda de información mediante la percepción introducción del mensaje y la acción devolver respuesta.

Posterior a las identificaciones de cada uno de los actores, se desarrollaron escenarios mostrando una instancia particular de la ejecución del sistema, consistente en una secuencia de pasos (acciones, percepciones, objetivos, escenarios). Cada paso estuvo ligado a un rol y a los datos producidos.

En el mismo orden de ideas, dentro del sistema de interacción humano-robot se encontraron identificados los siguientes escenarios:

- Cuando el usuario(humano) habla (Reconocimiento del habla).

- Cuando el sistema(robot) comprende el enunciado (Entendimiento del enunciado).
- Cuando el sistema proporciona una respuesta con sentido al usuario de manera natural (Respuesta del sistema).
- Cuando el sistema hace una consulta de la información en diferentes buscadores a través de la voz (Búsqueda por voz).

Los diferentes escenarios desarrollados cumplieron una función muy importante debido a que permitió evidenciar la manera clara y precisa las relaciones entre las diferentes elementos estudiados en el sistema. Esto logró precisar los datos que se producen y los datos a utilizar permitiendo impactar de manera positiva y priorizando secuencias esenciales en el sistema.

El escenario diseñado para el desarrollo se puede apreciar en la Figura 2 donde se establecen cuatro escenarios: búsqueda de voz, reconocimiento del habla, entendimiento del habla y respuesta del sistema.

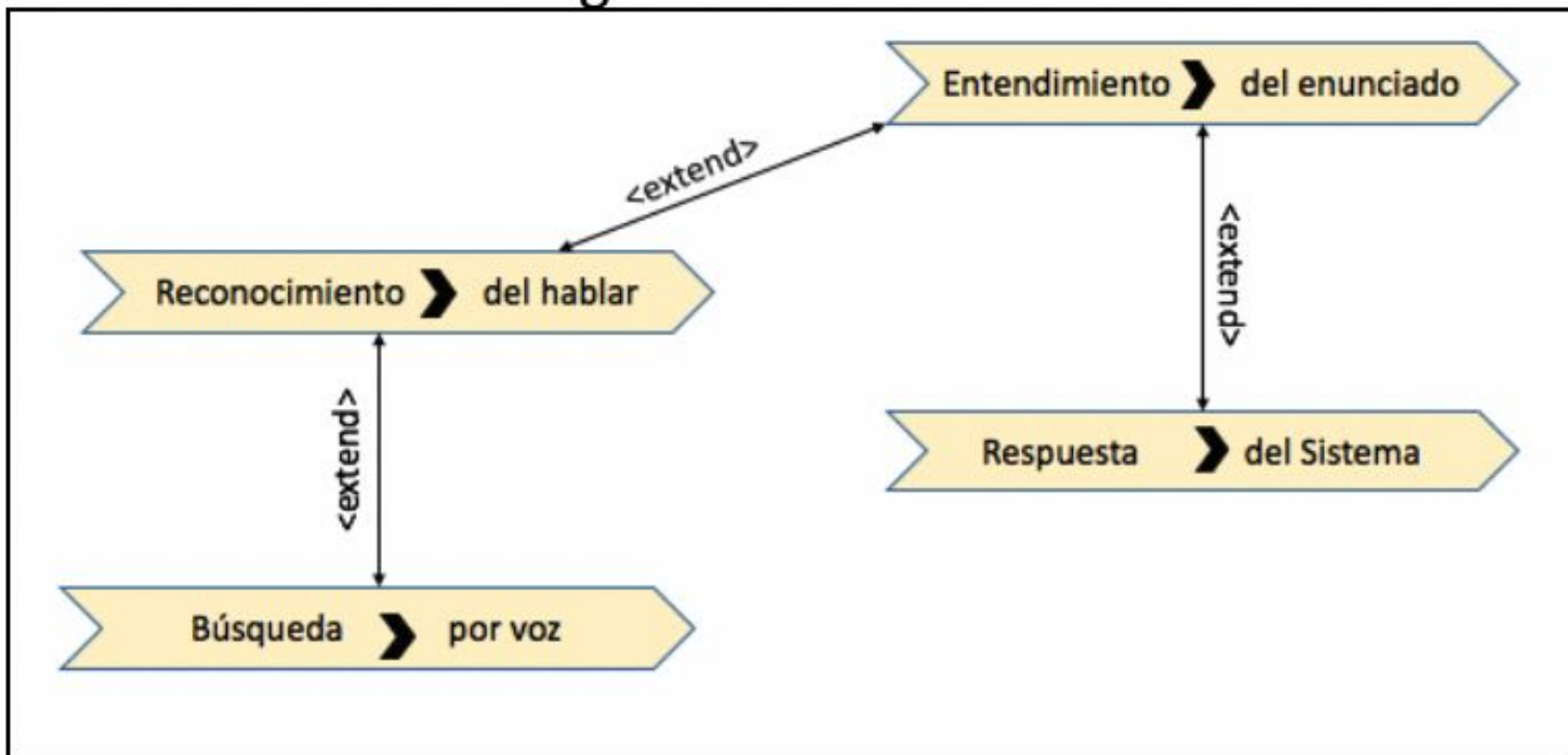


Figura 2. Escenarios

Fuente: elaboración propia. 2018.

El escenario Reconocimiento del habla describió el proceso en el cual el usuario(humano) emite un mensaje al sistema ya sea frase u orden. En el escenario Entendimiento del enunciado se describió el proceso en el cual el mensaje es introducido por el usuario para luego ser identificado según el caso similar. El escenario Respuesta del sistema describió el proceso de respuesta al sistema de acuerdo al mensaje emitido por el usuario al sistema proporciona una respuesta. El escenario Búsqueda por voz describió el proceso mediante el cual un usuario realiza una consulta de información accionado por la voz al sistema.

El sistema de interacción humano-robot está construido con base a una serie de objetivos que permitieron conseguir su funcionamiento de acuerdo a las características establecidas. Cada escenario estuvo directamente relacionado con los objetivos del sistema, por ello, existe un objetivo relacionado por cada escenario. En el diagrama de objetivos se encuentran los objetivos raíces, a su vez estos se descomponen en sub-objetivos describiendo como se alcanzan el objetivo principal.

Posteriormente a ello, se describieron los roles mostrando las funcionalidades específicas que el sistema debía tener para ser definidas de manera sencilla. Estos roles se encontraban ligados a los objetivos, es decir, pudo haber más de un rol por objetivo y un rol pudo aparecer en más de un objetivo. Se identificaron cinco roles: Procesador de reconocimiento del habla, Procesador de entendimiento del enunciado, Procesador de respuesta del sistema y Procesador de búsqueda por voz .

Cada uno de estos roles pueden estar asignados al mismo actor/agente o varios pueden compartir roles.

Para el acoplamiento de los datos, fue necesario que un rol representara su función y accediera a la lectura y/o escritura de datos almacenados comúnmente en las Bases de Datos. El rol Entendimiento del enunciado tuvo como objetivo comprender el mensaje introducido por el usuario, valorar el caso y escoger el que más se asemeje. Para ello, el agente AgComprensión asociado a él, accede al BD Vocabulario de frases y palabra escogiendo el caso similar según la frase o palabra introducida.

De igual manera, el rol Búsqueda por voz, tuvo un objetivo que fue encargarse de realizar búsqueda de información en los diferentes navegadores y cuya tarea fue accionada por la voz del usuario. Para satisfacer esta función, su agente asociado AgBuscador debió encargarse por una parte, de hacer el reconocimiento de palabras o frases que fue introducido por el usuario dentro de BD Vocabulario, para luego hacer una consulta de la información que el usuario deseaba conocer en los determinados motores de búsqueda.

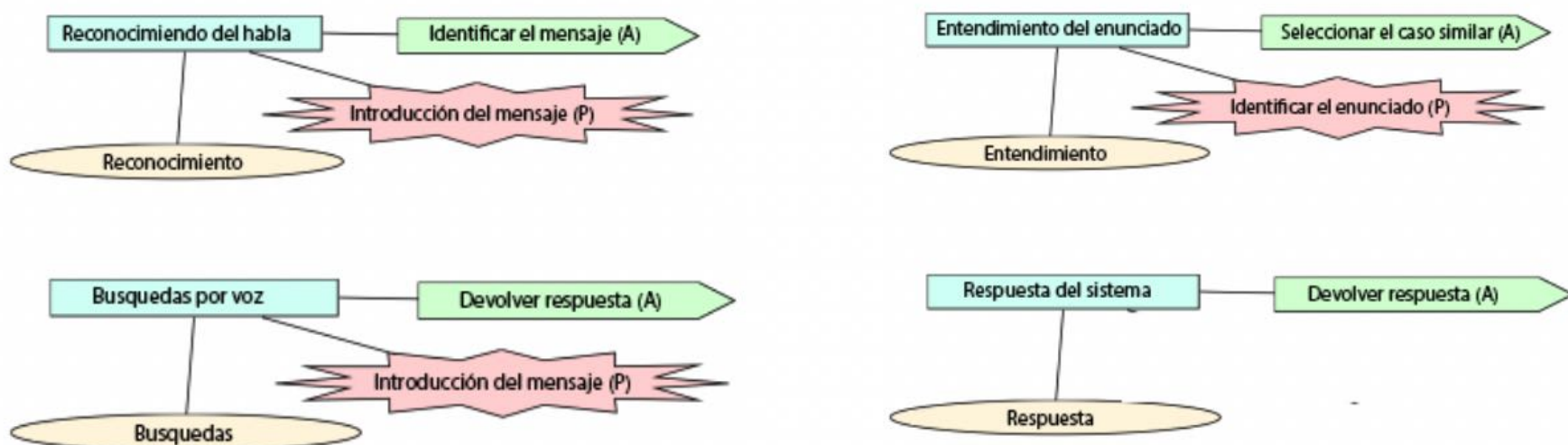


Figura 3. Diagrama de roles del sistema

Fuente: elaboración propia. 2018.

Manejo de Interacciones

Se hizo necesario describir las interacciones teniendo en cuenta :

1. PI Reconocimiento especificó cómo se produce el reconocimiento del enunciado producido por el usuario en el sistema.
2. PIntroducción del mensaje percibió el enunciado del usuario.
3. La validez del enunciado se manejan con la acción al identificar el mensaje.
4. PI Entendimiento especificó cómo se produce el proceso de entendimiento del enunciado introducido por el usuario luego de ser identificado para consecutivamente seleccionar según el caso similar la respuesta al usuario.

Cuando un usuario introduce un enunciado al sistema, inicialmente dicho enunciado, es percibido por la pIntroducciónDelMensaje. Por lo tanto, cuando se da este caso el agReconocedor

percibe el mensaje del usuario para posteriormente reconocerlo y comprobar su validez. En el caso que el mensaje introducido por el usuario se ha reconocido como válido, el actor auxiliar acReconocedor pasa el mensaje al agente agReconocedor satisfaciéndose la acción aIdentificarMensaje para luego ser procesado y enviado por el agReconocedor al agComprensión.

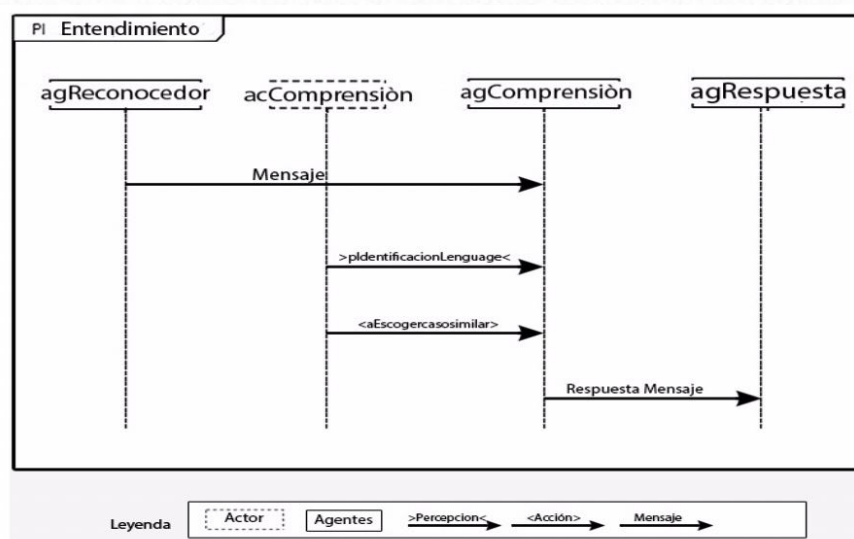
Es así que, cuando el mensaje no es reconocido o percibido por el sistema no se satisface la acción aIdentificarMensaje por lo cual, el agReconocedor comunica al acReconocedor quien notificará al acSistema para que el usuario vuelva a introducir el mensaje hasta que sea reconocido por el sistema.

Una vez el mensaje se encontrara dentro del sEntendimientoDelEnunciado la percepción pIdentificaciónDelLenguaje identifica el lenguaje en que el mensaje ha sido transmitido, el agComprensión busca dentro de la BDD Vocabulario las palabras asociadas al mensaje, haciendo un reconocimiento de cada una de ellas para darle sentido al mensaje transmitido.

Para finalizar este proceso el agComprensión valoró cada uno de los casos (verificando que el mensaje tenga sentido coherente) dentro de un amplio vocabulario de posibles respuestas asociadas, para consiguiente, ejecutar la acción aEscogerCasoSimilar en la cual seleccionara la respuesta que considere más acorde al caso y así transmitir el mensaje de respuesta al agRespuesta. El PI Respuesta ejecutó el proceso de cómo se proporciona la respuesta con sentido al usuario

En el mismo orden de ideas, se realizaron cada gráfica de las diferentes interacciones: PI Reconocimiento, PI Entendimiento, PI Respuesta y PI Búsqueda. A continuación, en la Figura 4, se aprecia el Protocolo PI Entendimiento.

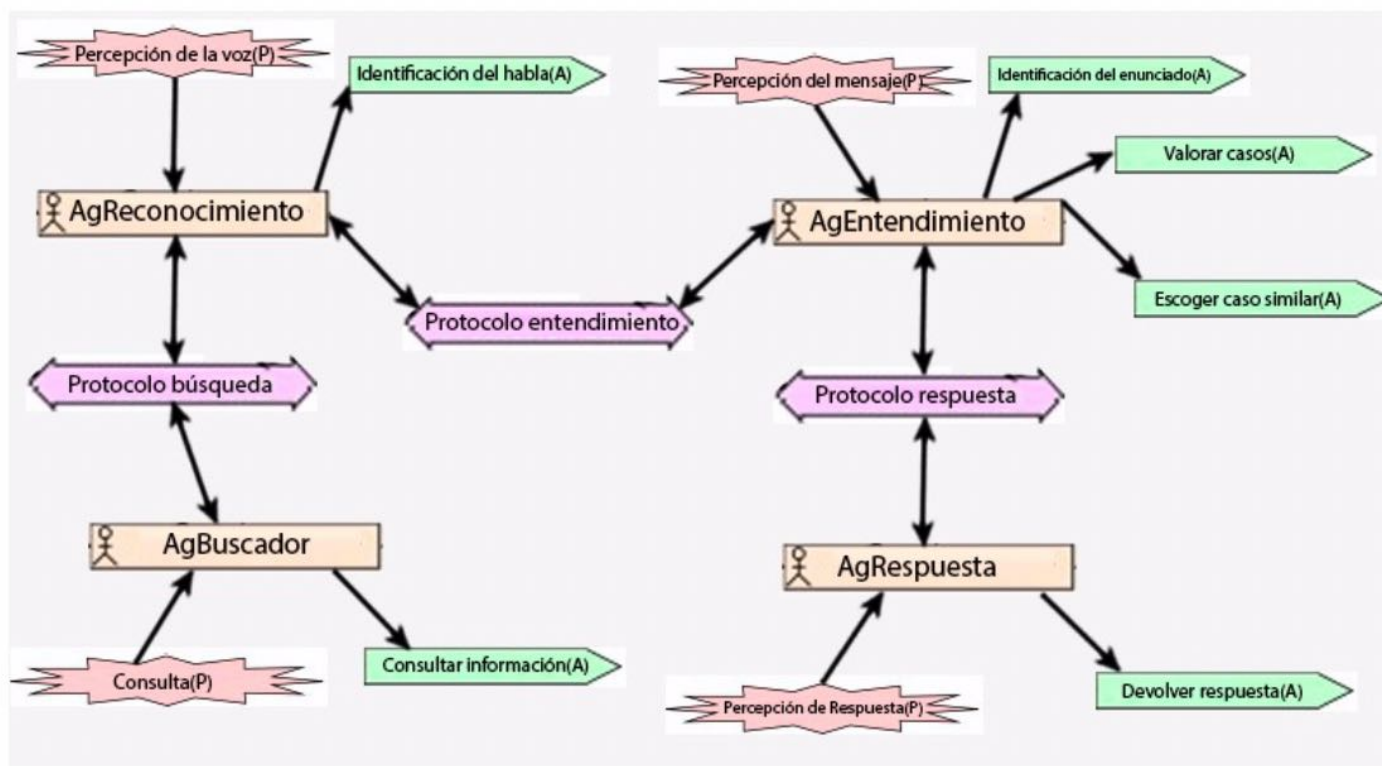
Figura 4. Protocolo PI Entendimiento



Fuente: elaboración propia. 2018

Para finalizar el diseño arquitectónico fue necesario hacer un análisis de la visión general de la arquitectura del sistema, es decir, se identificaron los agentes asociados, las percepciones que reciben las acciones que estas ejecutan, los datos que se escriben o leen y las interacciones de los protocolos en lo que intervienen. En la Figura 5 se puede apreciar:

Figura 5. Diagrama de Visión General del Sistema



Fuente: elaboración propia. 2018

Fase del diseño detallado del sistema

En esta fase final de la metodología para desarrollo de agentes inteligentes, Prometheus se presentará una descripción detallada de los agentes que participan en el sistema con sus respectivas percepciones y acciones vinculadas a estos, y así poder cumplir con los objetivos y metas para el cuál es diseñado el Sistema de Interacción Humano-Robot.

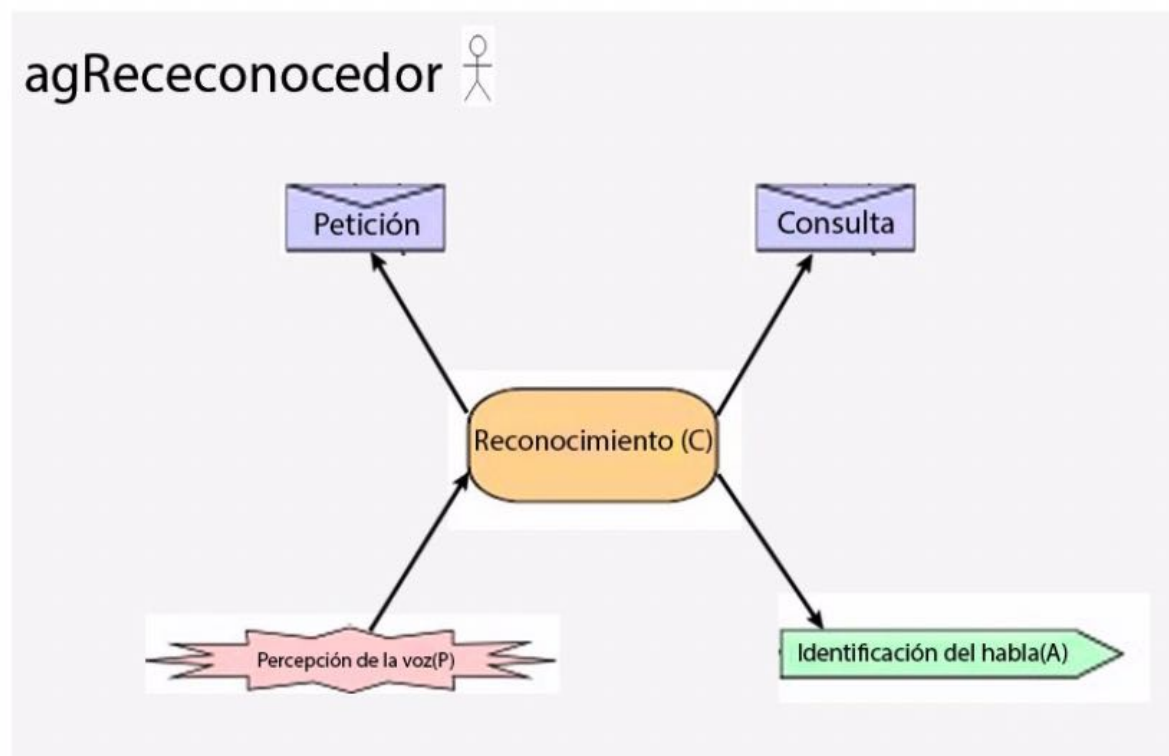
Descripción de los agentes (capacidades y planes)

- **agReconocedor:** Es el agente encargado de percibir el mensaje o enunciado introducido por el usuario para posteriormente hacer un reconocimiento y comprobar su validez.
- **agComprensión:** Es capaz de identificar el lenguaje en el que el enunciado o mensaje ha sido transmitido luego busca dentro de la BDD Vocabulario las palabras asociadas al mensaje para darle sentido a este, finaliza su proceso cuando valora el cada uno de los casos que tiene dentro de su vocabulario seleccionando la respuesta que considere más acorde al caso para transmitirla al agente siguiente.
- **agRespuesta:** Este agente tiene como función primordial proporcionar la respuesta del caso seleccionado que el usuario espera recibir por parte del sistema.
- **agBuscador:** Este agente trabaja de la mano de los demás agentes para cumplir con la funcionalidad de consultar en un motor de búsqueda la información que el usuario desea conocer.

El agReconocedor es el agente encargado de realizar el reconocimiento de voz una vez introducida por el usuario, este agente se encuentra a la espera que el usuario emita un enunciado (percepción de la voz), cuando este es emitido el agReconocedor procede a comprobar si el mensaje introducido es válido, si se comprueba su validez, es decir, que el mensaje tiene un sentido gramático le envía al agComprensión dicho mensaje para proceder a darle un significado al mensaje. En el caso que el agReconocedor no pueda comprobar la validez del enunciado se procede a pedir al usuario volver introducir el mensaje.

Importante resaltar que en este proyecto se diseñaron todos los diagramas de agentes/capacidades, a saber: agComprension, agBuscador, agReconocedor y agRespuesta. En la Figura 6 se observa el Diagrama de Agente/Capacidades, agReconocedor.

Figura 6. Diagrama de Agente/Capacidades. Agente Reconocedor



Fuente: elaboración propia. 2018

Resultados:

La integración de los componentes antes mencionados en cada una de las fases dio como resultado el prototipo de prueba del agente inteligente y la comprobación de la simulación para el sistema de interacción humano robot basado en casos. En este caso, se usó el programa CMU Sphinx extrayendo la librería PocketSphinx aplicada para el reconocimiento de la voz. Este se dió basado en palabras y fonemas que pudieron ser modificadas y ajustadas a la necesidad del usuario.

La librería PocketSphinx por defecto contiene los diccionarios de palabras en su base de datos en inglés, es por ello, que para el reconocimiento de voz en español del Sistema de Interacción Humano-Robot se le implementó la modificación del modelo de diccionario con palabras, frases y enunciados propios en español. Además, tiene integrado dentro de él una gramática y un modelo del lenguaje mismo. Al sistema creado se le llamó ALMOX. A continuación, se ilustran algunas imágenes que dan muestra del prototipo desarrollado. DuckDuckGo.com, es el motor de búsqueda utilizado para realizar cada una de las consultas y búsqueda de información que son ejecutadas por el usuario a través del comando Búsqueda por voz.

Este motor de búsqueda utiliza información de otros motores de búsqueda como Yahoo!, Bing, Google y sitios públicos para mostrar los resultados más relevantes de la

información deseada, caracterizándose por proteger la privacidad y datos personales del usuario.

El Sistema de Interacción Humano-Robot utiliza el motor de búsqueda DuckDuckGo.com más específicamente para realizar las búsquedas globales accionadas por la voz del usuario, en este contexto, una vez el usuario introduce la información que desea consultar, el motor de búsqueda DuckDuckGo.com despliega una serie de resultados más precisos de acuerdo al tema con la finalidad que el usuario obtenga una consulta de rápida respuesta, además de esto muestra si la búsqueda coincide con algún sitio oficial mostrando en pantalla un pequeño resumen de concepto acerca del tema.

Discusión de resultados:

Si bien, ALMOX, es un sistema de diálogo humano-robot que utiliza el diálogo y la integración de consultas para realizar el sistema de interacción de manera dinámica y lo más natural posible permitiendo que el usuario sienta comodidad en su entorno. ALMOX pregunta al usuario sobre el tema que desea consultar a través de un menú, una vez que el usuario ha decidido, ALMOX vuelve a preguntar si quiere una búsqueda específica o global, las búsquedas específicas se realizan en internet a través de Wikipedia, mientras que las búsquedas globales se realizan en el motor de búsqueda DuckDuckGo.com, dándole al usuario la opción de escoger libremente la página de la cual desea conocer la información.

ALMOX es capaz de sugerir en la sección de salud tips y formas de cuidados para el cuidado del cuerpo y llevar una vida sana. Otras opciones que ofrece el sistema ALMOX es darle al usuario información de interés, entretenimiento como deportes, música, entretenimiento y además de esto, hace referencias a sistemas que le son de competitividad en su entorno como lo son Siri y Cortana.

La prueba de ALMOX se realizó en un lugar tranquilo, donde a través de la voz se saludaba y se pedía el menú. ALMOX se midió en cuanto a las respuestas especialmente en el saludo y posteriormente se dio la correlación con relación a lo cómodo que se sentía el usuario con ALMOX. La persona que probó a ALMOX fue seleccionada aleatoriamente y fue necesario hacer ajustes inicialmente. Posteriormente a ello, se le fue seleccionado algunos saludos erróneos referente al horario y ALMOX contestaba de manera correctiva,

informando que no era de día, si el saludo lo hacía en horas de noche. Estos datos indicaron que se logró una interacción natural y autónoma de ALMOX con respecto a los saludos demostrando que el objetivo del software fue conseguido por los autores.

Como línea futura, se propone integrar el sistema de ALMOX con una cara robótica completa, permitiendo simular una persona para que la interacción sea más real y el usuario perciba a una persona.

Conclusiones

Con el desarrollo del sistema de diálogo humano robot utilizando el razonamiento basado en casos, cuyo propósito es proporcionar un sistema de diálogo en el cual el sistema interactúa de manera autónoma y natural, se llegaron las siguientes conclusiones:

1. Para el análisis de la solución se estudiaron los métodos de razonamientos basados en casos, integrándolos en funcionalidad con las especificaciones del sistema previamente reconocidas, permitiendo así la creación de un método aplicable para el desarrollo de un sistema de diálogo basado en una base de datos de información aprendida con anterioridad.
2. Con la ayuda de algunas técnicas de la inteligencia artificial se lograron desarrollar algoritmos únicos capaces de crear y ser funcionales cada una de las características del sistema: reconocimiento, entendimiento y respuestas.
3. Con la integración de cada uno de los componentes del análisis de especificaciones del sistema y el diseño de algoritmos, se logró crear un prototipo funcional del sistema de diálogo de manera que se sustentó en las bases requeridas para dar vía a la prueba de funcionalidad del prototipo.
4. Con la prueba del prototipo del sistema desarrollado se llegó a la conclusión que el sistema de diálogo humano-robot es capaz de ser interactivo cumpliendo con la forma de interactuar de manera natural y autónoma, habilidades de reconocimiento del habla, entendimiento de los enunciados y dando respuestas con sentidos, de tal modo que el usuario(humano) se sienta cómodo y seguro interactuando con el sistema.
5. El sistema de diálogo humano-robot está desarrollado de tal modo que cualquier usuario puede ser capaz de poder interactuar con él.

Agradecimientos

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos acompañaron en el camino largo que recorrimos para llegar hasta aquí, algunos aún siguen a nuestro alrededor otros ya tomaron otras direcciones, pero sin duda sin ellos no estarías aquí hoy.

Referencias:

- F.A. Martín, (2014), «Sistema de Interacción Humano-Robot basado en Diálogos Multimodales y Adaptables», Lérganes.
- F. Doshi y N. Roy, «Efficient model learning for dialog management proceeding of the ACM/IEEE international conference on human-robot interaction», 2007.
- K. Bach y R. Harnish, «Linguistic communication and speech acts. », 1979.
- J. Bruner, «Journal of child language the Ontogenesis of speech acts. », 1975, pp. 1-19
- J. Searle, «Syntax and semantics, de Indirect speech acts. », Cambridge.
- A. Cheyer, L. Julia, H. Bunt y T. Borghuis, «Multimodal human-comouter communications», Vol. 1374, 1998.
- J. Gorostiza, R. Barber, A. Khamis, M. Malfaz, R. Pacheco, R. Rivas, A. Corrales, E. Delgado y M. Salichs, «Multimodal Human-Robot Interaction Framework for a Personal Robot,» IEEE, 2006.
- G. Niklfeld, R. Finan y M. Pucher, «Architecture for adaptative multimodal dialog systems based on voice,» Interspeech, vol. 2341, 2001.
- S. Seneff, D. Goddau , C. Pao y J. Polifroni, «Multimodal discourse modelling in a multi-user multi-domain environment,» de In Proceeding of Fourth International Conference on Spoken Language Processing, 1996.
- W. Wahlster, «Smartkom: Symmetric multimodality in an adaptive and reusable dialogue shell,» de Proceedings of the Human Computer Interaction Status, 2003.
- W. Wahlster, «Smartkom: Symmetric multimodality in an adaptive and reusable dialogue shell,» de Proceedings of the Human Computer Interaction Status, 2003.
- A. Waibel y B. Suhm, «Multimodal interfaces for multimedia information agents,» de In 1997 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 1997.
- J. T. Palma Méndez y R. Marín Morales, «Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones», España: McGraw-Hill España, 2008.
- S. Thurn, «Towards a Framework for Huma-Robot Interaction» 2003.

- A. Weitzenfeld y P. Dominey, «Cognitive Robotics: Command, Interrogation and Teaching in Robot Coaching, RoboCup 2006,» Springer, 2006.
- H. Asoh, S. Hayamizu, Y. Motomura, S. Akaho y T. Matsui, «Socially embedded learning of office-conversant robot jijo-2, in Proceedings of IJCAI-97,» JCAI, 1997.
- Hewett, Baecker, Card, Carey, Gasen, Mantei, Perlman, Strong y Verplank, «ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction,» Sigchi, 1992.
- R. Lopéz Cozar y M. Araki, Spoken, «Multilingual and Multimodal Dialogue, John Wiley & Sons», 2007
- F. Reyes Cortés, Robtica. «Control de robots manipuladores», México: Alfaomega, 2011.
- Springer, «International Journal of Social Robotics, Springer,» 2009
- S. Moriello, «Inteligencia Natural y Sintética. Una Aproximación Transdisciplinaria,» Buenos Aires,, Editorial Nueva Librería, 2006
- T. Fong, I. Nourbakhsh y K. Dautenhahn, «A Survey of Socially Interactive Robots,» Robots and Autonomous Systems», pp. 143-166, 2003.
- J. Kolonder, «Case-Base Reasoning, Morgan Kaufmann Publishers», 1993.
- B. Anibal, S. Arancha , Carlos Alonso, P. Berlamino, M. Isaac y J. J. Rodríguez, «Un sistema de razonamiento basado en casos para la clasificación de fallos en sistemas dinámicos,» TAMIDA, 2005.
- R. Bello, «Aplicaciones de la Inteligencia Artificial», Guadalajara: Ediciones de la Noche, 2002.
- R. Lopéz de Mántaras, «Retrieval, reuse, revisión and retention in case based reasoning,» The Knowledge Engineering Review, Vols. 1 de 21-2, 2005.
- N. Martínez Sánchez, . M. M. García Lorenzo y Z. García Valdivia, «El paradigma del Razonamiento Basado en Casos en el ámbito de los Sistemas de Enseñanza/Aprendizaje Inteligentes», EDUTEC, nº 30, 2009.
- I. Gutiérrez Martínez, R. Bello Pérez y A. Tellería Rodríguez, «Un sistemas basado en casos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre», Revista de Investigación Operacional, vol. 23, nº 2, 2002.
- R. G. Marta, «George Simmel, Sociabilidad e Interacción. Aportes a la Ciencia de la Comunicación», Cinta de Moebio, 2006.
- D. Pino Bermúdez y Y. Alfonso Gallegos, « Las teorías de la interacción social en los estudios sociológicos», Contribuciones a las Ciencias Sociales, 2011.
- R. George , «Teoría Sociológica Clásica», La Habana: Félix Varela, 2007.

- J. M. Carrol, «Human-Computer», Addison- Wesley, 2002.
- C. F. Ramos, «Sistema de Interacción Humano-Robot basado en voz para el entrenamiento de comportamiento», México, D.F., 2009.
- G. Sidorov, I. Kobozeva, A. Zimmerling, L. Chanona y O. Kolesnikova, «Modelo computacional del diálogo basado en reglas aplicado a un robot guía móvil» Polibits, 2014.
- C. M. Zapata y J. E. Mesa, «Los modelos de diálogo y sus aplicaciones en sistemas de diálogos Hombre-Máquina,» Dyna, 2009.
- P. Vélez y A. Quingatuña, «Robot socialmente asistencial y de interacción multimodal autónoma,» INGE@UAN, 2014.
- A. Tapus, M. Maja y B. Scassellatti, «The Grand Challenges in Helping Humans Through Social Interaction, The Grand Challenges in Socially Assistive Robotics,» IEEE Robotics and Automation Magazine, vol. 14, 2014.
- E. Fernández, «CIS1510IN02 RoboAct: Control de acciones para un actor robótico», Bogotá, 2015.
- P. L. , . T. J y W. M, «Tool support for agent development using the prometheus methodology,» IEEE Computer Society, pp. 383-388, 2005.
- D. N. d. D. d. Autor, «Derechos de Autor», 28 Enero 1982. [En línea]. Available: <http://derechodeautor.gov.co/documents/10181/182597/23.pdf/a97b8750-8451-4529-ab87-bb82160dd226>. [Último acceso: 03 octubre 2017].
- M. d. Educación, «Ministerio de Educación», Febrero 18 1981. [En línea]. Available: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-103905_archivo_pdf.pdf.
- LEY 1273 DE 2009 DE LA PROTECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y DE LOS DATOS, 2009.
- E. 2. Palma Méndez José. «Inteligencia Artificial», McGraw-Hill, Inteligencia Artificial, McGraw-Hill, 2008.
- J. Kolonder, «case . Based Reasoning».
- I. Fundación Wikimedia, «Wikipedia,» Enciclopedia Libre, [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Relaciones_humanas. [Último acceso: 11 Marzo 2017].

3

Contribuciones en la enseñanza aprendizaje derivadas del diseño implementación de un curso de inglés en Moodle

Miguel Alberto Rincón Pinzón - Norberto Díaz Plata

Universidad Popular del Cesar

Colombia

Sobre los Autores:

Miguel Alberto Rincón Pinzón: Magíster en Gestión de la Tecnología Educativa (Universidad de Santander UDES), Especialista en Administración de la Informática Educativa (Universidad de Santander UDES), Ingeniero de Sistemas (Universidad Popular del Cesar), Licenciado en Lengua Extranjera Inglés (Universidad Santo Tomás), Técnico formador pedagógico especializado en formación profesional con base en competencias laborales (Servicio Nacional de Aprendizaje SENA); Profesor Asistente de planta Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica (Cesar, Colombia), Director (E) del Programa de Ingeniería de Sistemas, Líder del Grupo de Investigación GIDEATIC, Tutor del semillero de investigación ICTTEN; integrante del grupo de investigación AITICE, clasificado ante COLCIENCIAS en categoría B y ranqueado por Sapiens Research Group en la lista de mejores grupos DTI-2017 en Colombia. Artículo resultado de investigación financiada Resolución No. 2857 Diciembre 06 de 2016 por la Universidad Popular del Cesar. Hace parte de la investigación titulada: Implicaciones y transformaciones que surgen durante el desarrollo de un curso (nivel 1) para la enseñanza del Inglés bajo los parámetros del enfoque comunicativo en la enseñanza de los idiomas con la inclusión de la plataforma Moodle

Correspondencia: miguelrincon@unicesar.edu.co miguevi8@gmail.com

Norberto Díaz Plata: Licenciado en Matemáticas y Física, Ingeniero de Sistemas, Magister en Telemática, Estudiante de Doctorado, con más 20 años de experiencias en formación virtual, presencial, y a distancia en instituciones como el SENA, UNAD, Universidad Popular del Cesar, entre otras. Director CEFONTEV (Centro de Formación en Nuevas Tecnologías para la Educación Virtual) y docente de planta con dedicación de tiempo completo en la Universidad Popular del Cesar y Miembro del grupo de investigación AITICE, Investigador Junior y Par evaluador reconocido por Colciencias.

Correspondencia: norbertodiaz@unicesar.edu.co

Resumen

La investigación involucró a un grupo de estudiantes de Ingeniería de Sistemas, en una Universidad Pública de Colombia, cuyo objetivo principal de la investigación fue determinar cuáles eran las implicaciones al diseñar e implementar un curso de inglés para la enseñanza de la gramática nivel 1 en el enfoque comunicativo en la plataforma Moodle. Para la metodología del desarrollo del curso se utilizaron recursos multimedia y texto Html para cargar los contenidos y vincularlos con un objeto virtual de aprendizaje desarrollado con el uso de las tecnologías anteriormente mencionadas, además de Css, JavaScript, en la capa servidor Php soportado sobre el servidor http, Apache. Los resultados del estudio indicaron que los estudiantes percibieron la herramienta implementada en la plataforma Moodle como una estrategia didáctica motivadora en el desarrollo de las tareas comunicativas del inglés, produciendo cambios relevantes en el aprendizaje y en el desarrollo del curso, convirtiéndose en una alternativa en la enseñanza del inglés de una forma significativa e innovadora.

Palabras Claves: Ambiente de aprendizaje, Inglés, Aprendizaje Virtual, Estudiantes, TIC.

Teaching and learning contributions derived from the design and implementation of an English course in Moodle

Abstract

The research involves a group of Systems Engineering Students at a Public University in Colombia, the main aim of the investigation is to determine the implications when designing and implementing an English course for the teaching of grammar level 1 in the communicative approach in the Moodle platform. For the methodology of the development of the course were used Html text and multimedia resources to load the contents and link them with a Virtual Learning Object developed with the use of the above-mentioned technologies, in addition to Css, JavaScript, Php server layer, supported on the http server, Apache. The results of the study indicate that students perceived the tool implemented in the platform Moodle as a motivating teaching strategy in the development of the communicative tasks, making relevant changes in the learning

and in the development of the course, becoming an alternative in the teaching of English in a meaningful way and innovative.

Keywords: Learning environment, English, Virtual Learning, Students, ICT.

Introducción

Actualmente, la lengua extranjera inglés se considera como el idioma utilizado y común en el mundo según Simons y Fennig (2017); siendo así, su funcionalidad se aplica en diversos ámbitos como el académico, comercial, entre otros, por tanto, se puede apreciar la relevancia del aprendizaje de este idioma. No obstante, estudios estadísticos realizados indican “cerca 328 millones de personas poseen el inglés como lengua materna y unos 1.300 millones de personas lo tienen como segunda lengua o lengua extranjera.” Infobae (2016) y según el índice de dominio Colombia tiene un nivel bajo respecto al idioma, ocupando el puesto número 11 de 15 países evaluados en Latinoamérica y el puesto número 51 de los 80 países evaluados en general. EF English Proficiency Index (2017). Reflexionando sobre lo expuesto “en el futuro no saber idiomas o informática no significará no contar con un activo adicional, sino estar seriamente en inferioridad de condiciones” (Salinas, J. D., Salinas, Chávez, y Molina, 2016).

La Universidad Popular del Cesar viene desarrollando inherentes esfuerzos para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de la lengua extranjera inglés entre sus estudiantes de los diferentes programas, especialmente en los que ingresan al programa de Ingeniería de Sistemas que ven la necesidad de mejorar sus habilidades lingüísticas (lectura, escritura, expresión oral y escucha). En el análisis inicial se observó que las clases de inglés siempre se centraban en la lectura y traducción de textos, y debido a esto, los estudiantes tuvieron un papel muy pasivo, casi nunca tuvieron oportunidades para comunicarse con propósitos y contextos reales.

Mejorar en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de las competencias comunicativas en el área de Inglés es tarea fundamental del educador de hoy en las aulas de clase y aún más el trascender fuera de ellas diseñando actividades que propendan a la formación de un ciudadano competente en el mundo actual. (Ruales, 2014, p.10).

Igualmente, del análisis hecho al plan de estudios de inglés nivel 1, orientado al programa de ingeniería de sistemas permitió evidenciar que los contenidos se enfocaban a solo gramática, la cual los estudiantes aprendían solo un conjunto de reglas gramaticales, que dan como resultado el no uso de la lengua para la comunicación. Por lo tanto, intentar ver el inglés como medio de expresión, conducir a los profesores y estudiantes a situar la comunicación y la interacción en medio del proceso de aprendizaje es el propósito del curso virtual y que además “estos entornos de aprendizaje hacen que el acceso a los contenidos educativos sea más flexible y salgan de los límites del aula combinando diferentes recursos que elevan la calidad del proceso docente, aumentando la motivación y participación de los estudiantes” (Fernández & Rivero, 2014, p. 210). Se deja claro la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje para lo cual se requiere identificar plenamente aspectos que podrían limitar la adquisición de competencias básicas en el uso del inglés razón por la cual fue fundamental esta investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de la investigación fue determinar cuáles fueron las implicaciones al diseñar e implementar un curso comunicativo de inglés para la enseñanza de la gramática nivel 1 en el enfoque comunicativo en la plataforma Moodle. Como la Educación es un proceso de enseñanza – aprendizaje, también se busca determinar como la plataforma Moodle contribuye a la enseñanza aprendizaje del inglés y para ello, se han determinado las siguientes categorías generales, con las respectivas subcategorías:

Tabla 1.
Categorías y sub categorías

Pregunta principal de investigación <i>¿Cuáles son las implicaciones de diseñar e implementar un curso comunicativo para enseñar Inglés I bajo los parámetros de la Enseñanza de la Lengua Comunicativa dentro de una plataforma de Moodle?</i>		
Sub- preguntas	Categorías generales	Subcategorías (Patrones emergentes relevantes)
1 ^{ra} Sub-pregunta ¿Cuáles son las implicaciones y transformaciones de la enseñanza con la implementación de un curso bajo los parámetros de CLT dentro de una plataforma Moodle?	1. Ver el idioma inglés como medio de expresión (habilidad comunicativa) en lugar de código lingüístico. 2. Ajustar el plan de estudios y el proceso de enseñanza a los principios de la enseñanza comunicativa de los idiomas.	1.1 Desde objetivos centrados en la estructura hacia objetivos comunicativos. 1.2 De la gramática aislada hacia la integración de las habilidades del idioma. 2.1 El profesor aparece no sólo como diseñador de cursos, sino también como guía y orientador académico. 2.2 Los estudiantes como participantes activos en el proceso (es decir, negociadores, colaboradores ...) 2.3 De la práctica mecánica del inglés hacia tareas significativas, contextualizadas y comunicativas. 2.4 Desde la evaluación del aprendizaje de los estudiantes basados en el producto hasta la evaluación de todo el proceso.
2 ^{da} Sub pregunta ¿Cuáles son las implicaciones y transformaciones del aprendizaje al implementar un curso bajo los parámetros de CLT dentro de una plataforma Moodle?	3. Uso de los estudiantes del inglés basado en significados. 4. Estudiantes adquiriendo conciencia progresivamente de los patrones gramaticales. 5. Los estudiantes encuentran interesante interactuar en un entorno virtual.	3.1 Los estudiantes utilizan el idioma en su contexto (integran el conocimiento personal y cultural) 4.1 Los estudiantes hacen intentos de expresar sus ideas a través de diferentes estrategias (uso de la lengua materna, ilustrando, pidiendo ayuda, usando modelos de uso del idioma, usando idioma no verbal ...) 5.1 Perciben que el curso ofrece oportunidades para aprender y aplicar lo que aprenden.

Fuente: propia del investigador

Metodología:

De acuerdo con la pregunta de investigación y el objetivo propuesto se decide realizar la investigación bajo los parámetros de la Investigación Acción, según Niño (2011, p. 37) "...el objetivo fundamental de la investigación acción consiste en mejorar la practica ... busca cambios de mejoramiento por parte de individuos y grupos especialmente en el campo educativo", es decir, es orientada a implementar cambios inmediatos en un entorno educativo como una forma de encontrar soluciones a los problemas identificados; la investigación fue llevada a cabo con 27 estudiantes del primer semestre del programa de ingeniería de sistemas que cursaron la asignatura de lengua extranjera nivel 1 correspondiente a gramática.

La recolección de los datos fue a través de tres fuentes básicas la evidencia documental, artefactos y entrevista no estructurada. La evidencia documental según Vázquez & Ferreira da Silva (2006) "...se pueden considerar actas, circulares, cartas, diarios, discursos, periódicos, revistas, programas de cursos, horarios, materiales, políticas, leyes y decretos..." (p.74), en la investigación se estudiaron documentos institucionales que permitieron llevar a cabo el análisis de necesidades del curso y la identificación de problemas, los utilizados para para tal fin fueron el plan de estudio de inglés nivel 1 gramática del programa de ingeniera de sistemas, el plan de desarrollo de la asignatura, los exámenes y materiales pedagógicos desarrollados por los profesores. En el estudio, los artefactos se refieren explícitamente a cada una de las unidades didácticas conformadas por funciones, objetivos comunicativos, temas, vocabularios y finalmente las tareas comunicativas visualizadas en la fase o modo Apply ubicadas en el curso virtual, éstas fueron people around the world, different cultures fórum, speaking cultures fórum, family and occupations, introducing yourself and others, describing yourself fórum, describing members of your family, my daily routine, an interview, my leisure activities and region news administrados por la plataforma Moodle <http://aula.upc-aguachica.edu.co/course/view.php?id=58>, Nombre Usuario: prueba, Contraseña: prueba1234 que representan el proceso de aprendizaje de los estudiantes durante el desarrollo del mismo.

Se realizó una entrevista no estructurada a los estudiantes al final de la etapa de implementación comprendida por 8 preguntas la cual permitió verificar la impresión y las reacciones de los estudiantes sobre el proceso mientras estaban expuestos al estudio de inglés en la plataforma Moodle; de acuerdo con Lodico et al, (2006) las entrevistas no estructuradas son más conversacionales y permiten una mayor flexibilidad (p.128). De esta manera, la entrevista realizada con los estudiantes fue bastante informal, abierta, guiada por cierto grado de libertad, lo que facilitó el trabajo con los estudiantes y evitó la presión y permitió la identificación de fortalezas en las que se destacaron la práctica constante del inglés durante el proceso de aprendizaje dentro del aula virtual, el uso del inglés con propósitos comunicativos, las tareas más interesantes, más atractivas permitiendo la integración de habilidades y expresiones corporales, sin embargo hubieron deficiencias o fallas que bloquearon el proceso de aprendizaje y éste se presentó en el soporte técnico del aula virtual, ya que muchos de los que acceden al aula virtual no cuentan con internet lo cual es una gran dificultad.

Para dar respuesta a las problemáticas relacionadas con el uso del inglés nivel 1 y la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito educativo, la cual según Del Vasto (2015, p.130) concluye que “la utilización de las TIC permite que la educación se transforme de manera positiva para los centros escolares, profesores, alumnos y padres”; y además “El uso de las TIC en la enseñanza del inglés constituye un recurso mediador del aprendizaje y una motivación para practicar y usar el idioma en situaciones reales, además de ayudar en la mejora de las habilidades lingüísticas (escucha, habla, escritura y lectura) de una manera interactiva y colaborativa (Chacón y Pérez, 2011 citado en Rico, Ramírez, y Montiel Bautista, 2016).

La producción de los recursos educativos digitales se llevó a cabo bajo un diseño instruccional pedagógico, que consistió en “crear un ambiente instruccional y los materiales, claros y efectivos, que ayudarán al alumno a desarrollar la capacidad para lograr ciertas tareas”. (Broderick, 2001 citado en Belloch, 2013, p. 2), la cual permitió tener condiciones apropiadas para el escenario información de la institución y de la población objetivo, la propuesta pedagógica enfoque pedagógico específico, teorías inspiradas en la propuesta pedagógica y la conexión entre las preguntas de investigación y la aplicación pedagógica, los objetivos pedagógicos referidos al proceso pedagógico, el contenido

organización en unidades didácticas, la metodología planteada en el curso virtual a través de los modos o fases de trabajo en la cual se reflejaron las unidades didácticas, el tipo de tareas comunicativas de enseñanza y aprendizaje, el papel de los estudiantes, el papel del profesor tutor y el material dispuesto en el curso virtual utilizado, los criterios de evaluación y finalmente la programación del curso, cuyas metas fueron promover el aprendizaje del inglés como lengua extranjera con fines comunicativos y mejorar las habilidades de comunicación de los estudiantes relacionando la gramática en una mayor variedad de tareas que se ofrecen en el ambiente virtual, como lo expresa González, & Moyetta (2014) “el uso de la plataforma educativa Moodle surge a partir de la necesidad de brindar más posibilidades de práctica oral, de comprensión lectora y auditiva a los estudiantes” (p.73).

El curso se dispuso en el Ambiente Virtual de Aprendizaje UPC Aguachica dentro de la categoría de cursos multiprogramas; categoría que consigna varios cursos que corresponden a la ruta de formación de estudiantes, asignaturas extra plan, como catedra Upecista, Espíritu empresarial. El curso de inglés nivel 1 fue planificado y diseñado por el autor del presente artículo, tanto en contenidos, como en el diseño del ambiente de aprendizaje.

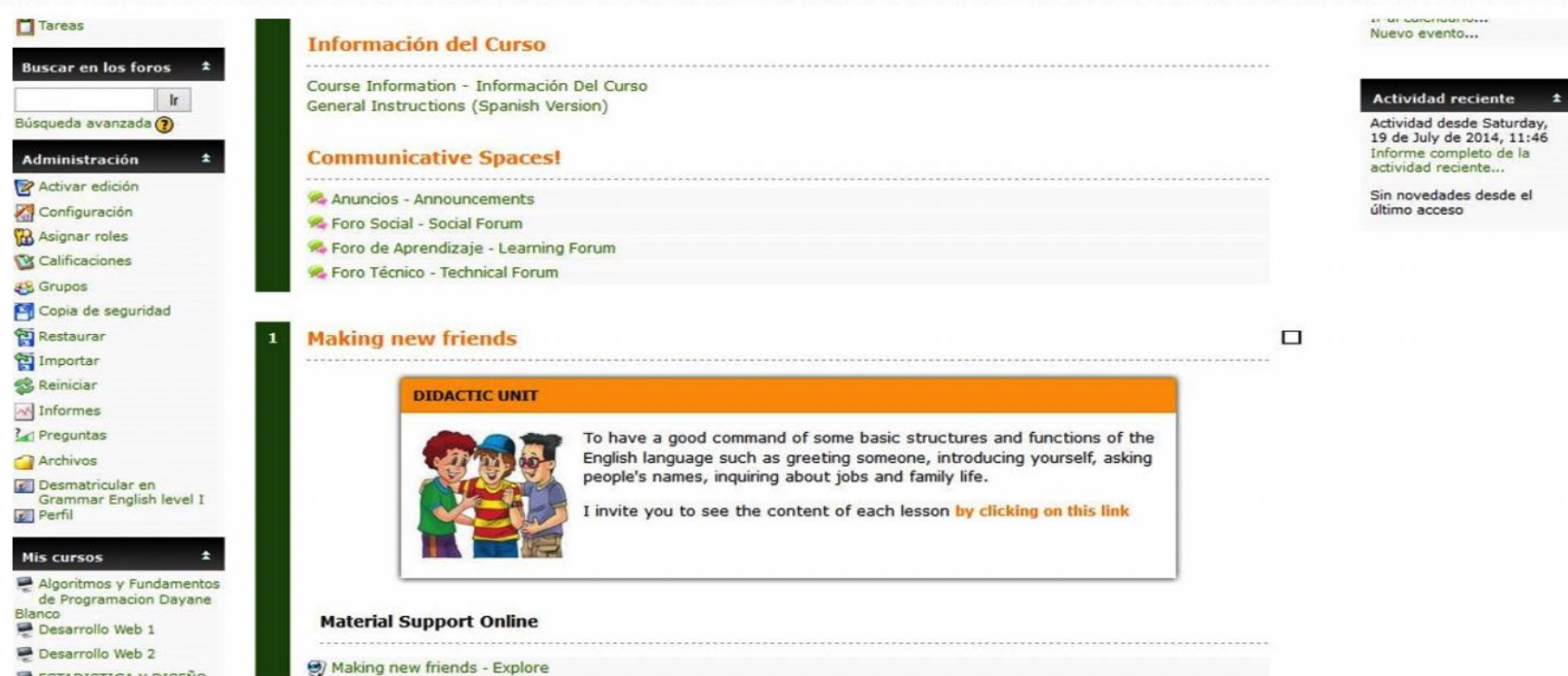


Figura 1. Curso virtual inglés nivel 1 plataforma Moodle
Fuente: curso aula virtual

La plataforma Moodle se conecta a la aplicación a través de sus unidades didácticas y sus fases, utilizando una interfaz de fácil manejo debido a su sencillez y usabilidad, por esta razón no se dificulta a los estudiantes el manejo de esta plataforma.



Figura 2. Página de inicio (Front page)
Fuente: curso aula virtual

Los contenidos del curso son desarrollados en tres fases o modos las cuales se encuentran inmersos en el plan de estudio comunicativo, éstos son: Explora, Practica y Aplica [Explore, Practice y Apply]. El objeto virtual de aprendizaje se desarrolló bajo ambiente web en un servidor apache y utilizando como lenguaje de servidor a Php, adaptando al diseño One Page de acuerdo a los requerimientos necesarios para la construcción de la aplicación que contendrá el material de soporte, este tipo de diseño web “permite optimizar la cantidad de clics entre secciones y logra que el usuario conozca y visite en un solo clic la totalidad de la página” Arce (2016, p.64); referente al objeto virtual de aprendizaje el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) lo define como: “todo material estructurado de una forma significativa, asociado a un propósito educativo y que corresponda a un recurso de carácter digital que pueda ser distribuido y consultado a través de la Internet” (citado en Cabrera, Sánchez y Rojas, 2016, p. 5). Así mismo “es un recurso de gran utilidad en la actualidad y se caracteriza por ser flexible, usable, reusable y actualizable, además de que son

versátiles y su contenido puede variar según su naturaleza y formato, se puede afirmar que un Ova es una entidad digital creada para fomentar la adquisición de conocimiento, desarrollo de habilidades y asimilación de valores y está disponible para cuando el estudiante lo necesite”. (Bravo 2014, citado en Bucheli, Villanueva, & Robelo, 2018, p. 214), ya que él, de alguna manera, en su funcionalidad, facilitará el proceso de aprendizaje actual del Inglés como herramienta tecnológica.

Al objeto virtual de aprendizaje lo compone cada unidad didáctica del curso es accesible a través de URL amigables, y para referirnos al termino accesible se refiere a la accesibilidad, es decir “a la posibilidad de acceso, en concreto a que el diseño pueda “ser usable”, posibilite el acceso a todos sus potenciales usuarios, sin excluir a aquellos con limitaciones individuales” (Soto, & Miró, 2009, p. 51), los primeras tres enlaces direccionan a:

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-One>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Two>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Three>

Cada grupo direcciona a las fases Explora, Practica y Aplica [Explore, Practice y Apply] de cada unidad respectivamente.

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-One/Explore>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Two/Explore>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Three/Explore>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-One/Practice>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Two/Practice>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Three/Practice>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-One/Apply>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Two/Apply>

<http://upcingles.byethost3.com//Unit-Three/Apply>

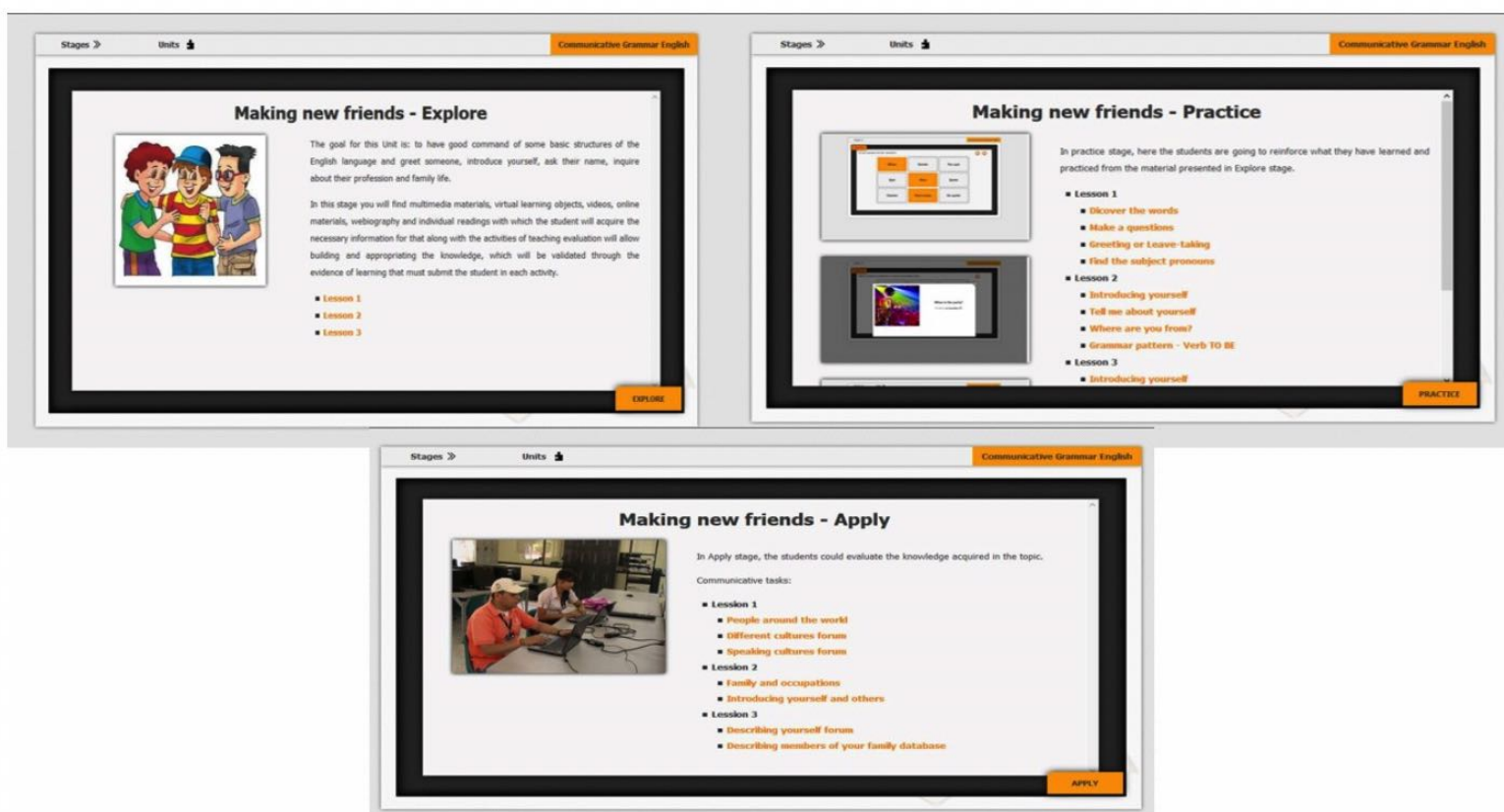


Figura 3. Fases Explora, Practica y Aplica
Fuente: curso aula virtual

Respecto a los aspectos tecnológicos, el ambiente virtual de aprendizaje UPC Aguachica cuenta con la infraestructura requerida para poner en marcha el uso de los cursos dentro del aula virtual, plataforma educativa (Moodle) conectado a un objeto virtual de aprendizaje desarrollado con el uso de recursos multimedia y texto Html, Css, JavaScript, en la capa servidor Php soportado sobre el servidor http Apache, computadores, reproducción de audio y video y software de uso libre, y en relación con el recurso humano el ingeniero de soporte y personal especializado en pedagogía. Permitiendo un acompañamiento constante al profesor y estudiante.

Análisis de resultados

La información obtenida fue analizada desde la perspectiva cualitativa ilustrados en las categoría y subcategorías, teniendo en cuenta los siguientes pasos propuestos por Taylor & Renner (2003): “paso 1 entendiendo los datos (observados a través de los artefactos), paso 2 evaluando los datos, paso 3 categorizando la información como codificando o indexando los datos, paso 4 identificando patrones y conexiones dentro y entre las categorías y paso 5 explicando los hallazgos” (p.2), por lo tanto para dar respuesta a la

pregunta principal de la investigación, se identificaron cinco categorías finales, las cuales fueron conectadas a las dos sub preguntas; las primeras dos categorías: Ver el idioma inglés como medio de expresión en lugar de código lingüístico y ajustar el plan de estudios y el proceso de enseñanza a los principios de la enseñanza comunicativa de los idiomas, respondieron a la primera subpregunta que se centró a identificar las implicaciones y transformaciones de la enseñanza en la implementación de un curso bajo los parámetros del enfoque comunicativo en el aula virtual Moodle. De la misma manera la segunda subpregunta ayudó a encontrar las transformaciones del aprendizaje y ésta evidenció las tres categorías finales: Uso de los estudiantes del inglés basado en significados, Estudiantes adquiriendo conciencia progresivamente de los patrones gramaticales y los estudiantes encuentran interesante interactuar en un entorno virtual.

La primera categoría: Ver el idioma inglés como medio de expresión en lugar de código lingüístico: se evidenció que las clases se centraron en la lectura y traducción de textos, y a causa de esto, los estudiantes se aburrían. Casi nunca habían tenido ninguna oportunidad para comunicarse con objetivos reales y en contextos reales. En la siguiente tabla se puede observar las transformaciones que aportan la integralidad:

Plan de estudio
Ejemplo 1.

UNITS	ENGLISH 1
Unit 1 Basic Sentence Structure	1.1 Parts of Speech 1.2 Sentences 1.3 Subjects 1.4 Verbs, Objects, and Complements
Unit 2 Basic Sentence Structure (2)	2.1 Pronouns and Possessive Adjectives 2.2 Count Nouns and Noncount Nouns 2.3 Nouns that can be both count and

Ejemplo 2.

Verb To Be

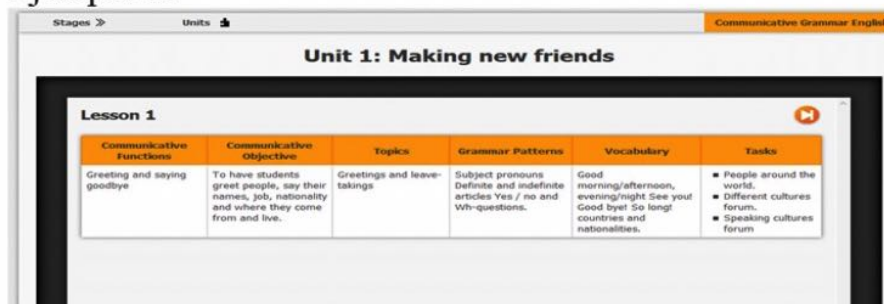
Write the correct form of the verb to be to complete each statement (am / is / are)

The car _____ in the garage

Kathy and Kelly _____ in the school

My cats _____ in the garden

Implementación de las TIC
Ejemplo 1.



Ejemplo 2.



Figura 4. Ver el idioma inglés como medio de expresión en lugar de código lingüístico
Fuente: curso aula virtual

Se puede evidenciar en la anterior figura el contraste observado en las tareas, una lista de temas gramaticales aplicados a tareas que los estudiantes son requeridos a completar las oraciones con el uso del verbo ser o estar, donde éstas no proveen ningún contexto comunicativo, como resultado de esto, los estudiantes se aburren; mientras en el caso de la implementación del curso apoyado por las Tic son expuestos a la comunicación a través de las tareas; el uso de una lengua implica la integración de las habilidades comunicativas, en otras palabras, se requiere del uso del lenguaje en contexto, con propósitos de la vida real y dentro de una perspectiva comunicativa como lo plantea Ortiz, Michel, & Segovia (2015, p. 6) la competencia comunicativa es una habilidad que se adquiere y se desarrolla a través del tiempo, paso a paso, con constancia, disposición y disciplina; de tal suerte que algunas de las habilidades lingüísticas que intervienen en ella las adquirimos de manera natural como hablar y escuchar, mientras que otras, como leer y escribir, requieren un mayor grado de madurez porque implican conocimientos y destrezas más complejas.

Es de resaltar que los estudiantes manifiestan que al integrar la tecnología con el inglés les permitió el desarrollo de su confianza y autonomía, estudiantes dispuestos a aprender más cada día, de acuerdo a Quiroga & Eslendy (2017) “promover la confianza en sí mismos al expresarse en un idioma extranjero los hará sentirse cómodos al escuchar otro” (p.61), así mismo lo afirma una estudiante en su respuesta en la entrevista:

“Lo que uno ha aprendido es como desarrollarse,... como desarrollar uno la voz en videos, por medio de cómo es la expresión de uno, como la forma de uno presentarse, la forma de uno hablar, los videos...” (K. Villamizar, comunicación personal, 11 de junio de 2017)

La segunda categoría: Ajustar el plan de estudios y el proceso de enseñanza a los principios de la enseñanza comunicativa de los idiomas: dichos principios referidos por Beghadid (2013, p.119) gestados alrededor de la revolución metodológica que ha existido en la época moderna, son “la concepción de la lengua en relación con su uso, y la nueva posición del alumno en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje”. En el análisis del plan de estudio de la asignatura de inglés nivel 1, se evidenció que no ofrecía la posibilidad de enriquecer los contextos comunicativos, porque estaba compuesto de

unidades preestablecidas que contenían sólo temas gramaticales, los cuales eran transmitidos de manera tradicional, por lo tanto, su contenido no se ajustaba a los principios de la enseñanza comunicativa y de acuerdo a Brown (2007) expresa que: “un plan de estudio con enfoque comunicativo debe incluir algo o todo de los siguientes componentes: estructuras, funciones comunicativas, hilo conductor, temas y tareas” (pp. 36), razón por la cual se diseñó un plan de estudio acorde a los requerimientos del enfoque comunicativo.

Además, se observó en el transcurso de la implementación del curso virtual ver al profesor no sólo como diseñador de cursos, sino también como guía, tutor y orientador académico, como lo percibe la nueva perspectiva del enfoque comunicativo “intentan promover una actitud docente determinada, requieren de profesores flexibles, dinámicos, activos, pedagógicamente formados, sin miedo a la innovación y a la investigación sobre su propia acción, que utilicen diferentes métodos y adapten su estilo de enseñanza al momento y contexto particular”(Carmona, 2013, p.172), permitiendo además interactuar con los estudiantes en las tareas comunicativas a través de su nuevo rol, ya que le permiten variar su participación como lo exponen Marcelo, Yot, Mayor, Sánchez, Murillo, Rodríguez & Pardo (2014, p. 351) “puede orientar o supervisar el desarrollo de una tarea mediante tutorías y revisiones, asesorar sobre o evaluar la realización de una tarea comunicativa tal como una exposición;...” además de que “El docente no debe ser analfabeto funcional en un proceso globalizado; las TIC son y serán herramientas necesarias para la enseñanza de cualquier lengua y para el desarrollo de habilidades lingüísticas en la persona aprendiente. Por esto, el cuerpo docente debe ser un facilitador de conocimientos y estrategias e ir a la vanguardia de la tecnología” Chacón, & Badilla, 2013, p. 291). Ejemplo claro se presenta a continuación, la cual el profesor da orientaciones en una de las tareas comunicativas del curso virtual.

Pregunta

De Abner Pacheco: donde está el link para enviar la primera actividad de la lesson 2?

Re: pregunta

De Miguel Alberto Rincon Pinzon: Hi Abner, thanks for writing; you can find the link task 1 from lesson: Task 1 – Family and occupations, please give click in this link: <http://aula.upc-aguachica.edu.co/mod/assignment/view.php?id=4784> warm regards, Miguel Rincon

Así mismo, los estudiantes fueron participantes activos en el proceso (es decir, negociadores, colaboradores...), por lo tanto cambiaron su rol en el proceso de aprendizaje (Cerdá & Querol, 2014) expresa que “si planteamos una dinámica de aprendizaje cooperativo en lengua inglesa estamos potenciando de esta lengua sus posibilidades comunicativas y haciendo uso de ella en un contexto próximo a la realidad” (p. 21). Se observa a continuación dos estudiantes retroalimentando su tarea comunicativa.

mflorez_speakingcultureforum)

De monica florez herrera - Thursday, 29 de September de 2016, 17:12

Nota_de_voz_001.m4a

Re: mflorez_speakingcultureforum)

de Yeniffer Caterine Cardenas Galvis - Tuesday, 4 de October de 2016, 22:08

Moni Nice Job

Otro importante resultado fue el cambio de la práctica mecánica del inglés hacia tareas significativas, contextualizadas y comunicativas, que de acuerdo a Plocková (2010) considera que “el idioma no solo es en términos de estructura – gramática y vocabulario, sino también en términos de funciones comunicativas”, el cual un participante del estudio manifestó en la entrevista:

“los talleres, trabajos como lo están haciendo en este semestre, son útiles para practicar” (C. Noriega, comunicación personal, 11 de junio de 2017)

Una evidencia más, que soporta la percepción de los estudiantes es observada en la pregunta 1 de la entrevista ¿Qué diferencias encuentran en el proceso de aprendizaje del inglés en semestres anteriores y lo que se está desarrollando actualmente?

Respuesta: “... antes lo hacíamos más gramática y ahora más práctico entonces pues mucho mejor, ¿no? porque es más para comunicarnos con los demás no para la forma de escribir” (C. Martínez, comunicación personal, 11 de junio de 2017)

La tercera categoría: Uso de los estudiantes del inglés basado en significados: es importante reflexionar sobre el conocimiento de la cultura, la cual es una parte integral del aprendizaje y la enseñanza de los idiomas, y desempeña un papel importante en el aula de clase, Brown (2007) dice que “Siempre que se enseña un idioma, se enseñan también un complejo sistema de costumbres culturales, valores y formas de pensar, sentir y actuar” (pp. 74). En el siguiente extracto de una de las tareas comunicativas del aula virtual (My family tree task) vemos evidencias donde los estudiantes están utilizando el lenguaje en contexto cultural que forman parte de la propia vida.

Hello my name is Emanuel and this is my family tree.

I begin with the father's father, his name was Numa and I unknown about his live. The mother's mother, her name is Erminia, she lives in Venezuela with my uncles, aunts, cousins etc.... My father is Shepherd and is an excellent person. I and my brother are fruit of that love.

My brother is studying in the college and I am Studying in the university. I'm musician and my brother too... All are Christian less my three grandfathers because the mother's father was Christian; this is my family.

La cuarta categoría: los estudiantes adquiriendo conciencia progresivamente de los patrones gramaticales: con la implementación del curso comunicativo ellos son expuestos a tareas comunicativas, permitiéndoles adquirir poco a poco la gramática implícitamente, es decir, “se estimula la enseñanza inductiva de la gramática y el uso de los medios visuales, ejercicios orales, escritos y de lectura” Bernard & Enalba (2015, p.37) como podemos observar la tarea “describing yourself and describing member of your family” deben usar algunos patrones gramaticales como adjetivos, el tiempo presente simple y los adjetivos posesivos, el estudiante hace uso del presente simple en la oración “I like to sleep a lot”, “I am seventeen years old”, I like to have fun” y además usa los adjetivos para

describirse el mismo "I am a little fat" "my hair is black" de este modo, los estudiantes están adquiriendo patrones gramaticales de una manera progresiva.

Así mismo, los estudiantes hacen intentos de expresar sus ideas en el desarrollo de las tareas comunicativas a través de diferentes estrategias como es el uso de la lengua materna para completar el significado cuando ellos no tienen la palabra disponible en inglés, también usando el idioma no verbal como lo es la expresión corporal para lo cual Mora-Blanco (2014) dice que "el individuo expresa sus emociones de manera creativa; para que esta práctica se logre de manera exitosa es necesario que el sujeto reconozca su cuerpo y tenga confianza en lo que él puede realizar", es así, que en cada una de las tareas comunicativas los estudiantes permitieron evidenciar la importancia de sus gestos, contacto visual y situaciones específicas en su comportamiento que permitieron la comunicación.

La quinta categoría: los estudiantes encuentran interesante interactuar en un entorno virtual: ellos ven apropiado y motivador el uso de la tecnología en el aprendizaje del inglés, pues tienen más contacto con ella y esto les proporciona muchas ventajas.

Muchas herramientas como el correo electrónico, las redes sociales (i.e., Facebook, Twitter), páginas web, Google, juegos de video, son usados como productos de enseñanza y aprendizaje en todos los campos de la educación, y los estudiantes se motivan más cuando son expuestos a todas estas clases de herramientas tecnológicas como parte de su ambiente de aprendizaje. (Valencia, 2015, p. 54)

El ambiente virtual Moodle es una plataforma para el apoyo de la educación en línea, que "dispone de un amplio conjunto de herramientas para plantear actividades bajo diversos enfoques didácticos, tanto para realizaciones de carácter individual como grupal" (Martínez & Torres, 2015, p.73)

Como ejemplo de actitud positiva de los estudiantes en el trabajo realizado en la plataforma Moodle, se puede observar el siguiente apartado tomado de la entrevista:

"... la realización de las actividades me parece que es la manera más adecuada para nosotros ya que estamos utilizando un medio masivo, un medio de comunicación el cual

el 90% de los adolescentes o estudiantes universitarios como nosotros utilizamos el computador, ... se puede decir solamente se utilizaba escritura y si se practicaba mucho sobre el inglés pero ahora es algo más adecuado sobre nosotros algo que nos gusta hacer, eso nos lleva a que nos motive a seguir estudiándolo sin necesidad de ningún problema”. (J. García, comunicación personal, 11 de junio de 2017).

Se puede resaltar que esta nueva propuesta tuvo aspectos positivos como: hubo más interacción con el inglés en el curso virtual, los estudiantes están abiertos y motivados a aprender y se involucraron en prácticas significativas del inglés, confirmando así lo que expresa (Lee & Hammer, 2011 citado en Cadavid, & Gómez, 2015) “En el contexto de la educación, el objetivo es precisamente motivar a los estudiantes para llevar a cabo actividades educativas que de otra forma les podrían parecer aburridas”, además “desde que existen las TIC, los docentes disponen de herramientas más innovadoras para motivar al estudiantado” (Pizarro & Cordero, 2013)

Por último, cada una de las tareas fue evaluada con la finalidad de la comprobación y verificación de los procesos de aprendizaje de los estudiantes, es decir, una evaluación formativa cuyo “objetivo no se centra en dar una calificación final sino en favorecer, confirmar o rectificar el método y orientar al aprendiz sobre la misma marcha para progresar” (López, 2017, p.4) centrándose en la generación de competencias para resolver situaciones comunicativas.

Discusión de resultados:

La implementación de cursos virtuales que apoyan asignaturas de estudiantes universitarios hoy día han crecido a un ritmo acelerado, en donde “el 50% de los universitarios de todo el mundo están inscritos en cursos de eLearning” (ibercampus.es 2015), como también lo expresa Díaz-Barriga, Ángel (2013) “La incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en el aula es un proceso que se está incrementando de manera acelerada a nivel mundial, es una expresión global de lo educativo” quizás a la producción de recursos digitales innovadores cautivan la atención de muchas personas que desean mejorar o actualizar sus conocimientos o tal vez sea como dice Valcárcel, A. G., & Rodero, L. G. (2013) “La simple presencia de tecnologías novedosas en los centros educativos no garantiza la innovación en su significado real. La

innovación debe ser entendida como el cambio producido en las concepciones de la enseñanza y en los proyectos educativos”.

Actualmente hay una gran cantidad de herramientas digitales, sitios web, aplicaciones y elementos multimedia con carácter educativo y didáctico que apoyan los procesos de aprendizaje, Duolingo es una de ellas y de acuerdo a Munday, P. (2016) la idea de usar esta aplicación es con el objetivo de “complementar las clases tradicionales de español como lengua extranjera a nivel universitario. Este tipo de aplicaciones hacen uso de la tecnología adaptiva para el aprendizaje, permitiendo así adaptar las tareas al nivel de cada estudiante”, sin embargo es utilizada para enseñar varios idiomas, entre estos el inglés.

Un estudio llevado a cabo por Navas, Real, Pacheco & Mayorga (2015) titulado Procesos de Enseñanza y Aprendizaje del Idioma Inglés a través de los Entornos Virtuales de Aprendizaje concluyen su estudio afirmando que “al incluir un EVA en los módulos de inglés para la muestra seleccionada se logró motivar a los estudiantes que desarrollaron su creatividad al plasmar en productos las actividades realizadas” (p. 54).

En la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica, se encuentran varios proyectos con enfoque tecnológico hacia la enseñanza de diversos contenidos, uno de estos proyectos es el “Diseño e implementación de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) que sirve de apoyo para adquirir las competencias en los temas tiempos simples y pronombres de la asignatura de inglés en la Universidad Popular del Cesar – Seccional Aguachica.” Que, a pesar de poseer cierta similitud con la investigación presente ya que ambos proyectos por ser herramientas virtuales de aprendizaje que se enfocan en el área del idioma inglés, el referenciado es limitado desde una perspectiva comunicativa, ya que el estudiante estudia la gramática de forma aislada, no funcional, su rol es pasivo, solo se limita a contestar cuestionarios, según Feng (2013, p. 92) "La gramática funcional se centra en la forma en que se compone el idioma de modo que el significado es transmitido para fines prácticos, y mira un idioma como un sistema de significado ".

En la entrevista, los estudiantes expresaron cómo se sentían, la frustración producida en aprender inglés mediante el uso de métodos tradicionales, se limita a la repetición mecánica; no obstante, también se dieron la oportunidad de hablar en Inglés, participando en una amplia expresión oral de la vida real, esto les ayudó a sentirse más cómodos en su

rol como estudiantes, se pudo observar que hay mucha atención en la fluidez mas no en la precisión durante el proceso de implementación del curso como apoyo a las clases presenciales.

Finalmente, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación trae consigo retos tanto para los docentes como para los estudiantes, lo cual se recomienda capacitación o cursos de inducción del manejo de entornos virtuales de aprendizaje. Incentivar a los docentes de la Universidad para que sigan creando espacios que beneficien los procesos de enseñanza aprendizaje, la cual ofrecen nuevas alternativas no solo en la modalidad virtual sino en la presencialidad con apoyo de la tecnología. Rueda & Wilburn (2014) afirman que:

Es primordial que los docentes estemos dispuestos a capacitarnos, actualizarnos y cuestionar nuestra práctica docente para poder interactuar con los alumnos a través de estrategias de aprendizaje atractivas e interactivas; y que estas estrategias conlleven a un verdadero proceso eficaz y eficiente de aprendizaje del idioma inglés.

Conclusiones

Teniendo en cuenta que la pregunta principal de investigación para el proyecto se orientó a identificar las implicaciones de diseñar e implementar un curso comunicativo para enseñar Inglés I bajo los parámetros del enfoque comunicativo en la plataforma de Moodle, permitió mostrar importantes conclusiones después del análisis de los datos. Las conclusiones se presentan en relación con las dos subpreguntas obteniendo respuesta a la pregunta principal.

La primera subpregunta fue dirigida a encontrar los tipos de transformaciones, las cuales fueron necesarias realizar cuando se está orientando un curso de inglés bajo los parámetros del enfoque comunicativo. Para dar respuesta a esta pregunta se dan respuestas claves, en primer lugar, fue necesario ver el idioma inglés como medio de expresión en lugar de código lingüístico y en segundo lugar adoptar nuevos roles frente al proceso de enseñanza aprendizaje. Por lo tanto, se transformaron los objetivos del curso, pasando de ser objetivos centrados en la estructura, hacia objetivos más comunicativos.

Además se ajustó el contenido y el proceso de enseñanza hacia los principios del enfoque comunicativo, también se concibieron nuevas formas para el enfoque del idioma, cambiando de la enseñanza tradicional de la gramática aislada hacia la integración de las habilidades del idioma con situaciones comunicativas. El rol del profesor ya no fue solo un modelo o controlador del aula, en cambio se convirtió en un guía y orientador; los estudiantes cambiaron su papel, es decir, fueron participantes activos en el proceso, es decir negociadores y colaboradores, se evidenció la práctica tradicional del inglés hacia tareas significativas, contextualizadas y comunicativas. Es necesario mencionar que todos los componentes del proceso del profesor y estudiantes cambiaron debido al cambio del enfoque y metodología. La evaluación del proceso del estudiante no fue la excepción en este caso, ya que implicó que los productos fueron evaluados en todo el proceso.

La segunda subpregunta fue orientada a identificar el tipo de transformaciones que los estudiantes se enfrentaron durante su aprendizaje, en este proceso los estudiantes usaron el inglés basado en significados, adquiriendo progresivamente patrones gramaticales, encontrando interesante interactuar en un ambiente virtual. Durante la implementación de las lecciones comunicativas los estudiantes aplicaron el inglés en contexto, (integran conocimiento cultural y personal), expresaron sus ideas a través de diferentes estrategias (uso de su lengua materna, ilustrando, pidiendo ayuda, usando lenguaje no verbal...) permitiendo percibir que el curso les ofreció oportunidades para aprender y aplicar lo aprendido.

Es importante mencionar que como parte de la implementación pedagógica del curso de inglés nivel 1, la plataforma Moodle y los recursos digitales diseñados produjeron un impacto muy positivo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, ya que ellos mismos señalaron que el ambiente virtual les permitió trabajar en forma colaborativa, ser más independientes y confidentes en un ambiente amigable.

Para futuras implementaciones, sería atractivo implementar en la plataforma Moodle herramientas con el fin de que las tareas tengan una matriz más amplia al hacer retroalimentación a los estudiantes.

Agradecimientos

El trabajo de investigación es fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos, lo cual significa muchas experiencias que han permitido mejorar etapas en la vida que Dios nos regaló.

A la Universidad Popular del Cesar por brindar la oportunidad de realizar el proyecto, además de ser la entidad financiadora.

Al programa de Ingeniería de Sistemas Seccional Aguachica y los grupos de investigación GIDEATIC y AITICE.

A los docentes y estudiantes que hicieron parte de la investigación, ya que fueron claves en el proceso de la investigación.

Referencias:

Arce, A. E. V. (2016). De la interfaz del usuario al responsive web design. Revista AUC, (37), 59-66. Tomado de <https://goo.gl/eAHSej>

Beghadid, H. M. (2013). El enfoque comunicativo, una mejor guía para la práctica docente. Centro Virtual Cervantes. Tomado de <https://goo.gl/DvuEbN>

Belloch, C. (2013). Diseño instruccional. Valencia: Unidad de Tecnología Educativa (UTE), Universidad de Valencia. Tomado de <https://goo.gl/EYtxNK>

Bernard, V., & Enalba, Y. (2015). Las tareas de aprendizaje como mecanismo para fortalecer la habilidad de expresión oral en inglés con aprendices SENA (Bachelor's thesis, Universidad de La Sabana). Tomado de <https://goo.gl/fZ9Hqu>

Brown, H. D. (2007). Teaching by principles: An interactive approach to language pedagogy (3rd ed.). White Plains, NY: Longman.

Bucheli, M. G. V., Villanueva, R. S. L., & Robelo, O. G. (2018). Objetos Virtuales de Aprendizaje en la Educación Superior. Tomado de <https://goo.gl/g8dw6p>

Cabrera Medina, J., Sánchez Medina, I., & Rojas Rojas, F. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje OVAS como estrategia de enseñanza – aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos – prácticos. Una experiencia con estudiantes del curso físico de ondas. *Rev. Educación en Ingeniería*, 11 (22), 4-12. Tomado de <https://goo.gl/r1jFjT>

Cadavid, Julián Moreno, & Gómez, Luis F. Montoya. (2015). Uso de un entorno virtual de aprendizaje ludificado como estrategia didáctica en un curso de pre-cálculo: Estudio de caso en la Universidad Nacional de Colombia. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (16), 1-16. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.e4.1-15>

Carmona, M. P. (2013). Nuevas tareas para el profesor de español como lengua extranjera: la reflexión sobre su concepción de la enseñanza. *Porta Linguarum: revista internacional de didáctica de las lenguas extranjeras*, (19), 165-178. Tomado de <https://goo.gl/oCKu5W>

Cerdá Vallés, C., & Querol Julián, M. (2014). El aprendizaje cooperativo para el desarrollo de la competencia comunicativa oral en lengua inglesa en el aula de primaria. Tomado de <https://goo.gl/2tDwRa>

Del Vasto, P. M. H. (2015). Influencia de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el proceso enseñanza-aprendizaje: una mejora de las competencias digitales. *Revista Científica General José María Córdova*, 13(16), 121-132. <https://doi.org/10.21830/19006586.34>

Díaz-Barriga, Ángel (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, México, UNAM-IISUE/Universia, vol. IV, núm. 10, pp.3-21. [https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(13\)71921-8](https://doi.org/10.1016/S2007-2872(13)71921-8)

El 50% de los universitarios de todo el mundo están inscritos en cursos de eLearning. (2018). iber-campus.es. Tomado de <https://goo.gl/gk73Mg>

El Índice del Nivel de Inglés de la compañía de enseñanza de idiomas en el extranjero EF Education First (EF EPI). (2017). Tomado de <https://goo.gl/qHWOXp>

Feng, Z. (2013). Functional grammar and its implications for English teaching and learning. English Language Teaching, 6(10), 86. <http://dx.doi.org/10.5539/elt.v6n10p86>

Fernández Naranjo, A., & Rivero López, M. (2014). Las plataformas de aprendizajes, una alternativa a tener en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje. Revista Cubana de Informática Médica, 6(2), 207-221. Tomado de <https://goo.gl/YRLKBZ>

González, M. C., & Moyetta, M. V. (2014). Moodle como herramienta de apoyo en la enseñanza del inglés para turismo desde el enfoque comunicativo. Virtualidad, Educación y Ciencia, 5(9), 70-77. Tomado de <https://goo.gl/4NjrSq>

Infobae. (2016, 25 de Marzo) Cuáles son los diez idiomas más hablados del mundo. Tomado de <https://goo.gl/kMQZPi>

Salinas, J. D., Salinas, C. A., Chávez, R. X., y Molina, V. A., (2016): “La educación superior y la web 2.0: construyendo un ambiente digitalizado para los estudiantes”, Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo. Tomado de <https://goo.gl/MfDNN0>

Lodico, M. G., Spaulding, D. T., & Voegtle, K. H. (2010). Methods in educational research: From theory to practice (Vol. 28). John Wiley & Sons. Tomado de <https://goo.gl/n4kmdG>

López, M. S. F. (2017). Evaluación y aprendizaje. MarcoELE: Revista de Didáctica Español Lengua Extranjera, (24), 3. Tomado de <https://goo.gl/6DzyVk>

Marcelo, C., Yot, C., Mayor, C., Sánchez Moreno, M., Murillo, P., Rodríguez López, J. M., & Pardo, A. (2014). Las actividades de aprendizaje en la enseñanza universitaria: ¿hacia un aprendizaje autónomo de los alumnos?. Ministerio de Educación. Tomado de <https://goo.gl/MK9Jyf>

Martínez, T. S., & Torres, J. M. T. (2015). Posibilidades didácticas de las herramientas Moodle para producción de cursos y materiales educativos. *Digital Education Review*, (28), 59-76. Tomado de <https://goo.gl/V294ZH>

Munday, P. (2016). The case for using DUOLINGO as part of the language classroom experience. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19 (1), 83-101. Tomado de <https://goo.gl/MrWR8P>

Mora-Blanco, A. (2014). Expresión corporal: una metodología didáctica que fortalece la integralidad de los estudiantes de inglés. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 15(32). Tomado de <https://goo.gl/gxTQQX>

Navas Montes, Y., Real Poveda, I., Pacheco Mendoza, S., & Mayorga Albán, A. L. (2015). Los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje del Idioma Inglés a través de los Entornos Virtuales de Aprendizaje. Tomado de <https://goo.gl/M2PNdz>

Niño, V. (2011). *Metodología de la investigación, diseño y ejecución*. Edición de la U, 2011.

Ortiz, L. C., Michel, J. F., & Segovia, M. D. C. R. (2015). *Competencia Comunicativa: Habilidades para la interacción del profesional del siglo XXI*. Grupo Editorial Patria. Tomado de <https://goo.gl/yBVFQX>

Pizarro Chacón, G., & Cordero Badilla, D. (2013). ICT as a Technological Tool for the Development of Language Skills in Second Language University Students. *Revista Electrónica Educare*, 17(3), 277-292. Tomado de <https://goo.gl/mnaHpW>

Plocková, M. (2010). *Experiential Learning in Teaching English*. Tomado de <https://goo.gl/L3DwgC>

Quiroga, A., & Eslendy, Y. (2017). Propuesta pedagógica basada en la interacción virtual para desarrollar la competencia comunicativa intercultural en el aprendizaje del inglés. Tomado de <https://goo.gl/BsG5GC>

Rico Yate, J. P., Ramírez Montoya, M. S., & Montiel Bautista, S. (2016). Desarrollo de la competencia oral del inglés mediante recursos educativos abiertos. *Apertura* (Guadalajara, Jal.), 8(1), 0-0. Tomado de <https://goo.gl/bVN4VS>

Ruales, L. (2014). Aplicación de una estrategia didáctica soportada en TIC para la enseñanza del inglés. *Revia.areandina.edu.co*. Tomado de <https://goo.gl/pkQ3QY>

Rueda Cataño, M. C., & Wilburn Dieste, M. (2014). Enfoques teóricos para la adquisición de una segunda lengua desde el horizonte de la práctica educativa. *Perfiles educativos*, 36(143), 21-28. Tomado de <https://goo.gl/hPkZTd>

Simons, Gary F. and Charles D. Fennig (eds.). 2017. *Ethnologue: Languages of the World*, Twentieth edition. Dallas, Texas: SIL International. Online version: <http://www.ethnologue.com>

Soto, A. P. G., & Miró, J. D. F. (2009). Usabilidad y accesibilidad para un e-learning inclusivo. *Revista de educación inclusiva*, 2(1). Tomado de <https://goo.gl/uAgmVw>

Taylor-Powell, E., & Renner, M. (2003, January 4). *Analyzing Qualitative Data*. Tomado de <https://goo.gl/wy5jEk>

Valencia, H. G. (2015). La integración de la tecnología como herramienta significativa en la enseñanza del inglés como lengua extranjera. *Revista Horizontes Pedagógicos*, 17(1), 53-66. Tomado de <https://goo.gl/tC8av8>

Valcárcel, A. G., & Rodero, L. G. (2013). *Uso pedagógico de materiales y recursos educativos de las TIC: sus ventajas en el aula*. Universidad de Salamanca. Tomado de <https://goo.gl/KgFVyY>

Vázquez Navarrete, M., & Ferreira da Silva, M. (2006). *Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas en salud*. Bellaterra: Unive

4

Mejoramiento de la comprensión lectora a través de secuencias didácticas inspiradas en la tradición llanera

Ginna Lorena Alcina Navarro, Luis Edixon Cuy Estepa, Jaime Alberto Palencia Guache, Neil Guerrero González, Oscar Checa Cerón

Universidad Nacional
Colombia

Sobre los Autores:

Ginna Lorena Alcina Navarro:

Licenciada en Lengua Castellana y comunicación; especialista en pedagogía universitaria, docente tutor programa todos aprende, secretaria de educación de Arauca- Colombia

Correspondencia: glalcinan@unal.edu.co

Luis Edixon Cuy Estepa:

Normalista Superior; licenciado en lengua castellana y comunicación, docente del CEAR Santo Ángel, secretaria de educación de Arauca- Colombia

Correspondencia: lecuye@unal.edu.co

Jaime Alberto Palencia Guache

Normalista Superior; licenciado en básica primaria con énfasis en humanidades, especialista en gerencia de Instituciones Educativas.

docente tutor programa todos aprende, secretaria de educación de Arauca- Colombia

Correspondencia: jaapalenciagu@unal.edu.co, jaipalen1@gmail.com

Neil Guerrero González

Doctor en Ingeniería Electrónica

Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Correo: nguerrerog@unal.edu.co

Oscar Checa Cerón

Doctor en Física; Profesor asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Palmira

Correo: oychecac@unal.edu.co

Resumen

En este trabajo se presentó el mejoramiento de la comprensión lectora por medio de la creación de secuencias didácticas “construyendo e interpretando texto” y “comprensión de textos a través de ilustraciones”. Se diseñaron e implementaron nuevas estrategias de aprendizaje significativo basadas en la inclusión de tradiciones en los procesos de construcción textual que fortalecieron las competencias semánticas, semióticas y sintácticas al tiempo que se elaboró un blog, el cual contiene las actividades y talleres desarrollados, como herramienta de interacción entre estudiantes y docentes interesados en el tema. Las estrategias implementadas son salón gourmet, buzón-taparo del aprendizaje, poesía de mi tierra y fotografiando mi contexto, las cuales permitieron fortalecer y evaluar los avances de los estudiantes en la fluidez verbal, calidad de lectura y comprensión de textos a nivel literal, inferencial y crítico, mediante la aplicación de test y talleres. Los resultados se presentaron mediante tablas comparativas que evidencien el progreso en cada uno de las competencias. El desarrollo del proyecto permitió, el intercambio cultural, rescate de los valores tradicionales, la construcción de textos narrativos,

argumentativos, poéticos y la integración de las Instituciones educativas Matecandela, CEAR Santo Ángel y el Instituto de Promoción Agropecuaria del departamento de Arauca.

Palabras claves: secuencias, cultura, tradición, estrategias, competencias, aprendizaje, inclusión.

Abstract

This paper presents the improvement of reading comprehension in Spanish language through the creation of didactic sequences "construction and interpretation of texts" and "comprehension of texts through illustrations". New strategies for meaningful learning were designed and implemented based on the inclusion of traditions in textual construction processes that strengthened semantic, semiotic and syntactic competences while a blog was developed, which contains the activities and workshops developed as a tool for interaction among students and teachers interested in the subject. The strategies implemented are gourmet room, mailbox of learning, poetry of my land and photographing my context, which allow strengthening and evaluating the students' progress in verbal fluency, reading quality

and comprehension of texts at literal, inferential and critical level, through the application of tests and workshops. The results are presented through comparative charts that show progress in each of the competencies. The development of the project allowed cultural exchange, rescue of traditional values, the construction of narrative, argumentative and poetic texts, and the integration of the Primary School Matecandela, CEAR Santo Ángel and the Agricultural Promotion Institute of the department of Arauca.

Key words: sequences, culture, tradition, strategies, competences, learning

Introducción

Teniendo en cuenta los resultados de las pruebas SABER 2016, medidos en una escala de 100 a 500 puntos, con un rango de puntaje establecido en cada uno de los niveles de la prueba diferidos en los siguientes niveles: insuficiente 100-233, mínimo 239-300, satisfactorio 301-376 y avanzado 377- 500. Las Instituciones Educativas participantes se halla en el nivel mínimo en la prueba de lenguaje, al obtener resultados entre 233 (promedio - 1DE) y 367 puntos (promedio + 1DE), equivalente al 68% de 54 estudiantes del grado tercero que presentaron la prueba.

Lo anterior, indica que el puntaje promedio de los Establecimientos Educativos son: Inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de la entidad territorial certificada donde está ubicado, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de Colombia, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos oficiales urbanos de la entidad territorial certificada donde está ubicad, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos oficiales rurales de la entidad territorial certificada donde está ubicado, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos no oficiales de la entidad territorial certificada donde está ubicado, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE) 1 de la entidad territorial certificada donde está ubicado, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE) 2 de la entidad territorial certificada donde está ubicado, inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE) 3 de la entidad territorial certificada donde está ubicado e inferior al puntaje promedio de los establecimientos educativos de nivel socioeconómico (NSE)4 de la entidad territorial certificada donde está ubicado.(resultados prueba SABER 2016).

En este sentido la propuesta que tiene como finalidad mejorar la comprensión lectora de los estudiantes por medio de estrategias que están enfocadas en la lectura y escritura, posibilitando de manera práctica evidenciar acciones que permitan que la enseñanza se presente de forma significativa, donde el contexto en el cual vive el educando presente oportunidades que faciliten llegar al conocimiento de la lengua castellana y por ende llevarlos a una formación personal, familiar, escolar y regional.

Mediante el objetivo, mejorar la comprensión lectora en los estudiantes de los grados tercero y quinto de las Instituciones Educativas participantes en el proyecto, se pretende abordar aspectos como la creación de herramientas pedagógicas, las cuales permiten que el estudiante pueda comprender y entender los diferentes tipos de textos (narrativo, instructivo, informativo, descriptivo, multimodales), teniendo en cuenta sus características y su finalidad, para fortalecer de forma continua los niveles de lectura en cada una de las actividades propuestas e implementar dentro de los procesos de enseñanza- aprendizaje las competencias semánticas, sintácticas y semióticas. Estos aspectos se van a trabajar por medio de la creación de secuencias didácticas denominadas “construyendo e interpretando textos” y “comprensión de textos a través de ilustraciones”.

La metodología se basa en el desarrollo de prácticas de enseñanza-aprendizaje; aplicando estrategias de comprensión lectora, que implican la interacción docente-estudiante, estudiantes-estudiantes y estudiantes-contenidos, realizándose en distintos ambientes de aprendizaje, los cuales se organizan en cuatro fases. La fase 1. Consiste en el diagnóstico y aplicación de la prueba diagnóstica o conducta de entrada; la fase 2. Se enfoca en la enseñanza y se enmarca en la aplicación de dos secuencias de comprensión lectora; en primer lugar “construyendo e interpretando textos”, la cual consta de tres estrategias: El buzón-taparo del aprendizaje, el salón gourmet y la poesía de mi tierra y en segundo lugar, “comprensión de textos a través de ilustraciones”, con la actividad fotografiando mi contexto, donde se busca que el estudiante interprete la información contenida en la imagen, basándose en la observación, interpretación analítica e interpretación global; la fase 3. Consiste en la aplicación de la evaluación, de carácter formativa y continua, apoyándose en rúbrica diseñada para evaluar los avances obtenidos por los estudiantes en la resolución de los talleres propuestos en las secuencias didácticas, teniendo en cuenta las competencias semántica, sintáctica y semiótica además, el instrumento diseñado por el ICFES – (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación). Finalmente en la fase 4 se llevará a cabo la compilación y la recolección de la información de los resultados por medio de un análisis de estrategias y habilidades desarrolladas en la comprensión lectora.

A través de la propuesta se pretende lograr que los estudiantes tengan una correlación directa con su entorno, permitiéndoles vivenciar y disfrutar de su cultura para desarrollar de manera inferencial las competencias propuestas, utilizar herramientas lúdico pedagógicas que logren mejorar la comprensión lectora y los niveles de lectura por medio

de actividades como poemas, recetas de cocina, construcción de textos que permiten el uso de diferentes tipologías textuales. También se presenta la metodología de desarrollo de un blog como estrategia en donde el estudiante interactúe con otras instituciones educativas, pueda contar sus experiencias, leer la de sus compañeros para favorecer el aprendizaje cooperativo.

Por otra lado, se busca que los estudiantes, sean capaces de afrontar y construir un texto desde un punto de vista crítico para fortalecer sus destrezas y habilidades en comprensión lectora, mediante la identificación del sentido que tienen algunos códigos verbales y no verbales en situaciones de comunicación cotidianas, reconozcan la presencia de argumentos en un texto y las secuencias de acciones o acciones procesos. Adicionalmente, se busca el fortalecimiento de identificación en un texto escrito de información puntual, elaboración de textos instructivos teniendo en cuenta sus características y finalmente, interpretación de situaciones poéticas y su argumentación asociada desde lo literal e inferencial asumiendo el significado o el sentido de dichas composiciones desde su particularidad.

Metodología.

El desarrollo metodológico del proyecto se adelantó mediante prácticas de enseñanza-aprendizaje, aplicando estrategias de comprensión lectora, que implicaron la interacción docente-estudiante, estudiantes-estudiantes y estudiantes-contenidos, realizándose en distintos ambientes de aprendizaje, los cuales se organizaron de la siguiente manera:

Fase 1. Diagnóstico: aplicación de la actividad inicial de conducta de entrada, en donde se identificaron las fortalezas y las debilidades en relación a la comprensión lectora de cada estudiante. La información resultante fue de tipo cualitativa, la cual se sistematizó en cuadros y gráficos arrojando como resultado una valoración sobre el nivel de comprensión lectora.

Fase 2. Enseñanza: Se enmarcó en la aplicación de dos secuencias de comprensión lectora, en primer lugar “construyendo e interpretando textos”, la cual consta de tres estrategias, (Solé, 2012).

El taparo-buzón del aprendizaje, surgió de la necesidad de buscar estrategias y actividades didácticas que permitieran fortalecer las competencias semántica, semiótica y sintáctica, con el fin de lograr que los estudiantes identificaran el sentido que tienen algunos códigos no verbales en situaciones de comunicación cotidianas. La actividad consistió en la elaboración junto con los estudiantes de un buzón, después al iniciar la clase los estudiantes encontraron un listado de palabras o frases relacionadas con diferentes tipos de textos (narrativos, informativos, descriptivos), ellos toman una la leen en voz alta, posteriormente siguieron las indicaciones establecidas en la secuencia didáctica elaborada para esta actividad.

El salón gourmet, lleva este nombre porque se pensó en diseñar una secuencia didáctica que abordara una temática que conlleve al mejoramiento de la comprensión lectora de los estudiantes, pero que al mismo tiempo fuese significativa para los niños a partir de la realidad del contexto donde ellos interactúan. En ella se invitó del sector, que posee un saber culinario amplio sobre los platos típicos de la región, que es aprovechado como introducción a la temática y de la cual se desprende todo su desarrollo.

Poesía de mi tierra, busca desarrollar competencias comunicativas a través de construcciones poéticas tomando como punto de inspiración la cultura llanera y el rescate de valores y costumbres de nuestra región, además de identificar las principales características de la poesía a partir del análisis de distintas construcciones líricas de nuestra región, investigar diferentes construcciones poéticas insignes de nuestra cultura llanera, construir versos cortos teniendo en cuenta los elementos y las características propias de la poesía y participar con interés y agrado en representaciones y declamaciones poéticas en donde exprese sentimientos de alcance personal, familiar, escolar y regional.

En segundo lugar, en la secuencia “comprensión de textos a través de ilustraciones”, con la estrategia fotografiando mi contexto, se buscó que la interpretación por parte del estudiante de la información que contiene la imagen, basándose en la siguiente secuencia:

Observación. Responde interrogantes como; ¿qué personajes intervienen?, ¿qué ocurre?, ¿cómo ocurre?, ¿dónde ocurre?, ¿cuándo ocurre?, ¿(por qué ocurre?

Interpretación analítica. Sobre cada detalle observado, se busca llevar al estudiante a plantear una hipótesis de significación, partiendo de preguntas como; ¿por qué ese conflicto en ese momento o lugar?, ¿qué significa ese lugar?, ¿Por qué puede ser?, ¿qué significa cada gesto, cada detalle? y ¿por qué las cosas están ubicadas en ese lugar y no en otro?

Interpretación global. En este momento de la secuencia se pretende que el estudiante trate de encontrar el mensaje del conjunto, ¿cuál es el tema que aborda?, ¿qué vinculación tiene con nuestra vida cotidiana?, ¿qué deduce de toda esta historia?, ¿de qué me habla?, ¿para qué me sirve?, ¿qué valores rescata o desecha?, ¿se puede hacer extensivo a otros grupos o a otras situaciones?

Finalmente, esta estrategia refuerza los niveles de comprensión lectora y desarrolla en los estudiantes habilidades de observación, análisis e interpretación.

Dichas actividades fueron elaboradas y aplicadas en el aula de clase con la orientación del docente, las cuales permitieron medir el proceso y progreso de los estudiantes en su comprensión lectora, realizar intervenciones y reorientarlas.

Fase 3. Evaluación: esta etapa fue continua y de tipo formativo para determinar los alcances, aciertos, dificultades y falencias que se pudieran presentar, en donde el estudiante se autoevalúa y regula el proceso de construcción de su propio aprendizaje. Se aplicó el instrumento diseñado por el ICFES (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación. Adaptación para la aplicación del 2017) para medir la fluidez, calidad y comprensión lectora de los estudiantes, antes y durante el desarrollo del proyecto.

Además, una rúbrica diseñada para evaluar los avances obtenidos por los estudiantes en la resolución de los talleres propuestos en las secuencias didácticas, teniendo en cuenta las competencias semántica, sintáctica y semiótica.

COMPETENCIAS	ITEMS	NIVEL BAJO (B)	NIVEL BASICO (BA)	NIVEL ALTO (A)
SEMANTICA	Sentido de la lectura. Tipología textual. Léxico.	No le halla sentido global a la lectura, no identifica las tipologías textuales y su nivel léxico es mínimo.	No le halla sentido global a la lectura, pero identifica las tipologías textuales y su nivel léxico es mínimo.	Se le facilita identificar el sentido global del texto, la tipología y el léxico.
SINTACTICA	Ortografía. Coherencia y cohesión. Estructura del texto.	Dentro de la estructura del texto no se identifica la coherencia y la cohesión, se cometen errores ortográficos.	Dentro de la estructura del texto se identifica la coherencia pero no la cohesión, se mantienen los errores ortográficos.	Dentro de la estructura del texto se identifica la coherencia y la cohesión, los errores ortográficos son mínimos.
SEMIOTICA	Interpretación de imágenes contexto Relación imagen-texto.	No relaciona la imagen con el sentido del texto y contexto.	Relaciona la imagen con el sentido del texto y contexto.	Interpreta el sentido de las imágenes dentro del texto y el contexto.
PRESENTACION	Estética.	El texto no se presenta en el soporte adecuado, la letra es ilegible y presenta correcciones.	El texto se presenta en el soporte adecuado, pero la letra es ilegible y/o presenta correcciones.	El texto tiene una buena presentación en cuanto a limpieza, letra y soporte.

Fig.1 Rúbrica valoración de las competencias semántica, sintáctica y semiótica

Fase 4. Compilación: Al final se recolectó la información de acuerdo con los resultados, se hizo un análisis de las estrategias y habilidades desarrolladas para la comprensión lectora y así obtener conclusiones.

Resultados

A continuación se describen los resultados de la investigación realizada, dando respuesta al problema y objetivo planteados en el proyecto. Estos se obtuvieron con la aplicación de los instrumentos “evaluación de la comprensión y fluidez lectora” Icfes (2017) y la rúbrica de competencias semántica, semiótica y sintáctica.

Estos resultados se presentan en tablas comparativas y gráficas (Fig.6 Comparación de resultados prueba diagnóstica y conglomerado de la 2da, 3ra y 4ta prueba) con su respectivo análisis, donde se podrán observar los avances logrados durante la aplicación de las secuencias didácticas.

Las mejoras obtenidas en comprensión lectora con la aplicación de las secuencias didácticas que plantea esta propuesta, se lograron paulatinamente durante el desarrollo de las actividades programadas donde se fortalecieron las competencias semánticas, semióticas y sintácticas, teniendo en cuenta que a los estudiantes se les dificultaba, según la prueba diagnóstica, recuperar información implícita y explícita de un texto, así

como identificar los niveles de lectura y el tipo de texto. Así, por ejemplo, la secuencia “construyendo e interpretando textos” mediante la actividad “El Salón Gourmet”, pretendía que el estudiante desarrollara competencias en la comprensión e identificación de la naturaleza y estructura de un texto instructivo, y a partir de sus características, desarrollar competencias en producción textual; se le pedía puntualmente al estudiante que escribiera una receta tradicional de la cultura llanera para tener en cuenta su contexto, para luego, al analizar el texto, se pudiera evidenciar que cumple con el propósito de la tarea, sin embargo se debe mejorar en el reconocimiento de la estructura del texto instructivo, en el uso adecuado de los signos de puntuación y en la escritura correcta de algunas palabras. Esta es una tarea previa al desarrollo de la secuencia didáctica.

En la Fig. 2 se muestra a un grupo de estudiantes interactuando en una experiencia significativa, adaptada al contexto, donde se involucró la cultura a partir de prácticas pedagógicas vivenciales, divertidas y lúdicas, para influir en la adquisición de habilidades cognitivas y potencializar los niveles de comprensión lectora.



Fig.2 Práctica pedagógica salón Gourmet

Para concluir el proceso, en la secuencia didáctica “comprensión de textos a través de ilustraciones”, con la actividad fotografiando mi contexto, se logró que los estudiantes

interpretaran la información contenida en imágenes de su interés, obtenidas de su contexto familiar, escolar y ambiental, permitió fortalecer, evaluar los avances de los estudiantes en fluidez verbal, calidad de lectura, comprensión de textos a nivel literal, inferencial y crítico, donde se pudo evidenciar el fortalecimiento de la competencia comunicativa con sus dos procesos (lector y escritor). En la Fig. 3 el estudiante de grado tercero a partir de una fotografía tomada del contexto ambiental que la rodea, le da vida a un texto escrito donde aplicó las competencias adquiridas durante el desarrollo de la propuesta, de igual manera se motivó a las nuevas generaciones hacia la conservación de las costumbres y tradiciones llaneras.

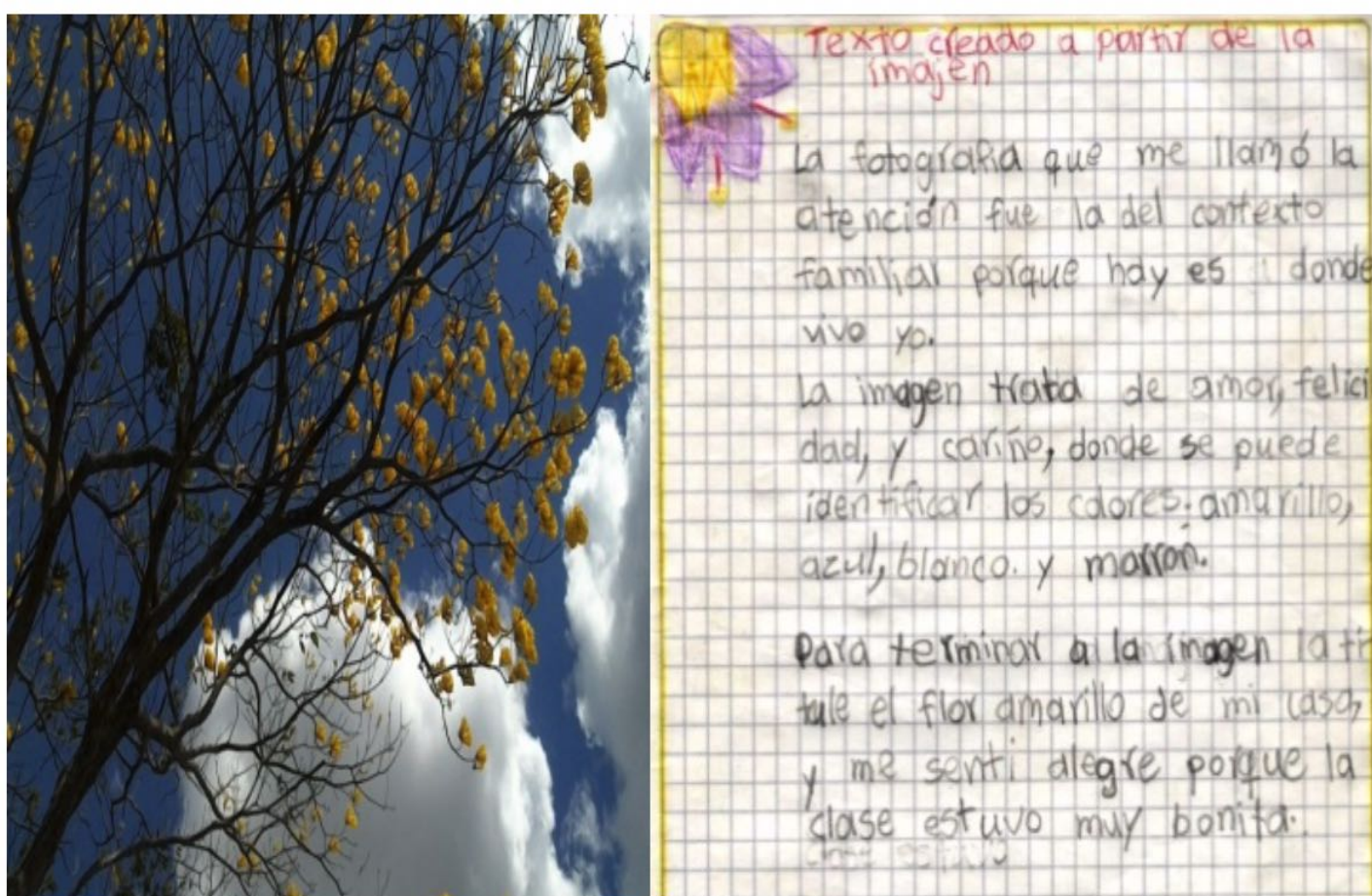


Fig.3 Texto escrito a partir de una fotografía tomada del contexto ambiental de los estudiantes

En la tabla que aparece a continuación se estableció una comparación entre la prueba diagnóstica y el conglomerado de tres pruebas aplicadas a los estudiantes. Donde se observa resultados obtenidos:

Prueba diagnóstica					Conglomerado pruebas				
Estudiantes evaluados 54					Estudiantes evaluados 54				
Aspectos	VELOCIDAD		%		Aspectos	VELOCIDAD		%	
Rápido	4		7,4		Rápido	12		22,2	
Óptimo	0		0		Óptimo	3		5,5	
Lento	11		20,3		Lento	17		31,4	
Muy lento	39		72,2		Muy lento	22		40,7	
CALIDAD					CALIDAD				
Nivel A	32		59,2		Nivel A	13		24,0	
Nivel B	12		22,2		Nivel B	18		33,3	
Nivel C	10		18,5		Nivel C	18		33,3	
Nivel D	0		0		Nivel D	5		9,2	
COMPRESION					COMPRESION				
	SI	%	NO	%		SI	%	NO	%
Literal	17	31,4	37	68,5	Literal	28	51,8	26	48,1
Inferencia I	4	7,4	50	92,5	Inferencial	22	40,7	32	59,2
Crítico	7	12,9	47	87,0	Crítico	28	51,8	26	48,1

Fig.4 Comparación de resultados prueba diagnóstica y conglomerado de la 2da, 3ra y 4ta prueba

Con relación a la velocidad (total de palabras leídas por minuto) se observó que de 54 estudiantes en la prueba diagnóstica; 4 se encontraban leyendo rápidamente, por encima de 89 palabras por minuto; 11 en lento, entre 61 y 84 palabras por minuto, y 39 en muy lento por debajo de 60 palabras por minuto.

Con respecto a la calidad de la lectura (omisiones de letras, cambios de palabra, las anomalías de acento, las faltas de pausas, y si hace o no autocorrección); no se ubicaron estudiantes en el nivel D, lo que significa que no leen de forma continua, no hacen pausas, no presentan una entonación adecuada al contenido, no respeta las unidades de sentido ni la puntuación. Se perciben errores de pronunciación (omisiones, anomalías de acento). En el nivel C, se encontraron 10 estudiante, ya unen palabras formando oraciones con sentido, hacen pausas, pero aún hay errores de pronunciación (omisiones, anomalías de acento) y entonación. En el nivel B hay 12 estudiantes que leen sin pausas ni entonación; leen palabra por palabra, sin respetar las unidades de sentido (oraciones) y en el nivel A, se ubicaron 32 estudiantes, que leen lentamente, corta las unidades de sentido largas (palabras y raciones) y prima el silabeo.

Respecto a la comprensión lectora, 17 estudiantes extrajeron información explícita de un texto (nivel literal); 4 extrajeron información implícita de un texto (nivel inferencial) y 7 extrajeron información relacionada al contexto comunicativo del texto (nivel crítico).

En la segunda prueba se evaluaron los mismos aspectos, pero después de aplicar la secuencia didáctica “construyendo e interpretando textos” con las estrategias el taparo del aprendizaje, el salón gourmet de Doña Luz y Poesía de mi tierra, nos arrojó como resultado que 12 estudiantes ya leían rápidamente, 3 leían de manera óptima, 17 lentamente y 22 todavía se encuentran leyendo menos de 60 palabras por minuto.

Con respecto a la calidad de lectura; se ubicaron 5 estudiantes en el nivel D; 18 en el nivel C; 18 en nivel B y 13 en el nivel A,

Según el análisis la comprensión lectora se obtuvo como resultado, 28 estudiantes responden preguntas de nivel literal; 22 inferencial y 28 críticos.

Con relación al desarrollo de las estrategias propuestas en cada una de las secuencias didácticas, se aplicó la rúbrica “seguimiento al desarrollo de talleres”, donde se obtuvieron los siguientes resultados.

Competencia Semántica			Competencia Sintáctica			Competencia Semiótica		
Desempeño	# de estudiantes	%	Desempeño	# de estudiantes	%	Desempeño	# de estudiantes	%
Alto	26	48	Alto	22	41	Alto	25	46
Básico	18	33	Básico	19	35	Básico	21	39
Bajo	10	19	Bajo	13	24	Bajo	8	15

Fig. 5 nivel de desempeño con relaciona a las competencias semántica, sintáctica y semiótica

En la competencia semántica se identificó que el 48% de los estudiantes recuperan información explícita e implícita contenida en el texto, comparan textos de diferentes formatos y finalidades, y establece relaciones entre sus contenidos; reconocer secuencias de acciones o acciones proceso y ubicar en un texto escrito información puntual sobre ¿qué?, ¿quiénes?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿por qué?, ¿cómo?; 33% deben seguir profundizando y 19% de los estudiantes aún no han desarrollo esta competencia y se encuentran con un desempeño bajo.

Con relación a la competencia Sintáctica se observó que el 41% de los estudiantes dan cuenta de la organización micro y superestructural que debe seguir un texto para lograr su coherencia y cohesión, en donde se tendrá en cuenta el uso adecuado de los elementos gramaticales (concordancia, tiempos verbales, pronombres) y ortográficos (acentuación, mayúsculas, signos de puntuación); el 35% están en proceso de adquisición y el 24% aun no dan razón de la competencia.

Por otra parte el 46% de los estudiantes elaboraron hipótesis acerca del sentido global de los textos antes y durante del proceso de lectura; para tal efecto se apoyó en conocimientos previos, imágenes y títulos; relacionó gráficas, con texto escrito, ya sea para completarlas o explicarlas, comprendió que algunos escritos y manifestaciones artísticas pueden estar compuestos por texto, sonido e imágenes; relacionó la imagen con el sentido de un texto y su contexto y comprendió la función que cumplen las señales y símbolos que aparecen en su entorno; el 39% deben profundizar sus conocimientos en competencia semiótica y el 15% presentan dificultades para dar razón de ella.

Finalmente, con el desarrollo de la propuesta se logró; elaborar e implementar un blog interactivo <https://proyectoeducativo014.blogspot.com.co/p/el-buzon-de-aprendizaje.html> donde se publicó las secuencias y talleres, como herramienta de consulta para estudiantes y docentes interesados en el tema; la integración de las Instituciones Educativas que participaron en el proyecto, la inclusión de tradiciones en el proceso de construcción de textos y el fortalecimiento de valores culturales, la participación de la familia como eje dinamizador de los procesos escolares.

Discusión de los resultados.

Partiendo de la necesidad de mejorar la comprensión lectora en los estudiantes de los grados tercero y quinto, se evidencia en los resultados que al aplicar una serie de estrategias establecidas en las secuencias didácticas diseñadas, las cuales plantean unas actividades que recrean la cultura en ambientes escolares, según Bauman (Miren de Tejada Lagonell, s. f.) para generar procesos educativos significativos y contextualizados. En este sentido, se recrea un ambiente propio de la cultura llanera aprovechando los recursos del medio, donde los y las estudiantes tienen la oportunidad de interactuar con los saberes tradicionales, al tiempo que las sensaciones vividas a través de sus sentidos

les permiten interiorizar los aprendizajes y contribuir al rescate y conservación de valores culturales.

Durante el desarrollo de las secuencias didácticas se fomenta una interacción constante entre los estudiantes y su contexto histórico-cultural mediado por el lenguaje y determinado por la sociedad, teoría socio-cultural de Vygotsky, (López, A. 2017).

Esta propuesta además de ser participativa y poner en dialogo los actores de la cultura llanera, también es activa y dinámica donde los aprendizajes se adquieren de manera significativa, en palabras de Paulo Freire, “propuestas pedagógicas y prácticas educativas que buscan enraizarse en las urdimbres históricas y culturales de los pueblos, reconociendo la diversidad, promoviendo la participación, empoderando sujetos sociales individuales y colectivos y desarrollando competencias”. No se puede desconocer lo que pasa alrededor de los estudiantes, su contexto familiar y social; es por ello que se debe formar sujetos críticos de sus propios contextos socio culturales para garantizar su apropiación y perdura en el tiempo (Ghiso y Borges, 2009). Lo cual es otro de los logros en la aplicación de las secuencias didácticas, el favorecer la cultura llanera de la inminente amenaza de las sociedades liquidas, interpretación a partir de los aportes de Bauman (Porcheddu, A. 2007).

Con respecto al desarrollo de las competencias semánticas, sintácticas y semióticas se puede observar en el desarrollo de las secuencias didácticas que los estudiantes identifican el sentido que tienen algunos códigos no verbales en situaciones de comunicación cotidiana, reconocen la presencia de argumentos en un texto, siguen secuencias de acciones o acciones proceso (hechos, eventos, pasos, momentos, etapas, instrucciones) y ubican en un texto escrito información puntual sobre ¿qué?, ¿quiénes?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿por qué?, ¿cómo? (matrices de referencia ICFES 2016, derechos de Aprendizaje grado tercero versión 2)

Es fundamental sobre todo en los lectores iniciales, la formación de la conciencia morfosintáctica mediante un saber estructurado, lo que conlleva al estudiante a ser consciente del proceso lector y escritor. Hoy es común en las aulas pedirles a los estudiantes que comprendan los textos leídos, hagan uso de su competencia lectora para decodificar información explícita o implícita y den cuenta de sus razonamientos; ante

esta situación muchas veces no saben qué hacer cuando se les pide comprender o producir un texto, porque aún no se les ha formado en los procesos de lectura y escritura, como por ejemplo, la conciencia sintáctica de la oración gramatical (Van dijk, 1992).

Abordar los aprendizajes más allá de la de las definiciones del lenguaje, al contemplar el contexto en el cual se presenta la situación comunicativa, con una intención clara (Lyons, 1997). En la Figura 4 producto de la estrategia fotografiando mi contexto, se ilustra la creación de textos escritos por estudiantes del grado tercero, a partir de la comprensión e interpretación del medio donde se evidencia el progreso en el uso del léxico, tipología textual, coherencia, cohesión textual, estructura textual, la combinación de un lenguaje verbal y no verbal (Estándares Básicos de competencia, 2006). Además del uso de los signos de puntuación y normas ortográficas, que hacen que el texto sea entendible y cumpla con el propósito de ser comprendido para comunicar. En este sentido, la semiología destaca la interacción del signo en la vida social, resaltando que todas las palabras tienen un significante y un significado, de ahí la pertinencia de la inclusión de la cultura en los procesos escolares (Saussure, 1970).

La utilización de las herramientas tecnológicas y la internet dentro del aula de clase permite la interacción de los estudiantes con su par y con otros que están en un contexto diferente enriqueciendo así el aprendizaje y el conocimiento de diferentes culturas y tradiciones.

Las TIC han cambiado la naturaleza del aula, según Shulman, los estudiantes aprendan en ambientes que generan conexiones entre la tecnología, el tema y los medios de enseñanza. Sin duda, la nueva escuela debe estar a la vanguardia de las posibilidades tecnológicas que permiten transformar las representaciones tradicionales del conocimiento a los lenguajes audiovisuales e interactivos que dominan la cultura con buenas prácticas educativas guiadas por la relación entre el conocimiento de la pedagogía, el contenido curricular y la tecnología, para transformar la enseñanza y crear nuevas oportunidades de aprendizaje, donde los estudiantes aprenden haciendo (Misha, P2006). En este sentido la creación del blog permite que los estudiantes, docentes y padres de familias participen activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Con el fin de seguir fortaleciendo la comprensión lectora se proyecta desarrollar la competencia pragmática, la cual permite reconocer información explícita, elementos implícitos y evaluar información explícita o implícita de la situación de comunicación; prever el propósito o las intenciones que debe cumplir un texto, atendiendo a las necesidades de la producción textual en un contexto comunicativo particular; dar cuenta de las estrategias discursivas pertinentes y adecuadas al propósito de producción de un texto, en una situación de comunicación particular, de los mecanismos de uso y control de las estrategias discursivas para adecuar el texto a la situación de comunicación y así poder llevar al estudiante a un nivel propositivo frente a las situaciones del contexto que lo rodea.

Conclusiones

La planeación, desarrollo y evaluación de la presente investigación arroja las siguientes conclusiones:

- Con la aplicación de esta propuesta se logró mejorar notablemente la comprensión lectora en los estudiantes de los Establecimientos Educativos Instituto de Promoción Agropecuaria, Matecandela y CEAR santo Ángel al aplicar secuencias didácticas (construyendo e interpretando textos” y “comprensión de textos a través de ilustraciones), significativas y adaptadas al contexto, que involucraron la cultura, a partir de prácticas pedagógicas vivenciales, divertidas y lúdicas, que logran amenizar los procesos de enseñanza aprendizaje en la adquisición de habilidades cognitivas para potencializar los niveles de comprensión lectora.

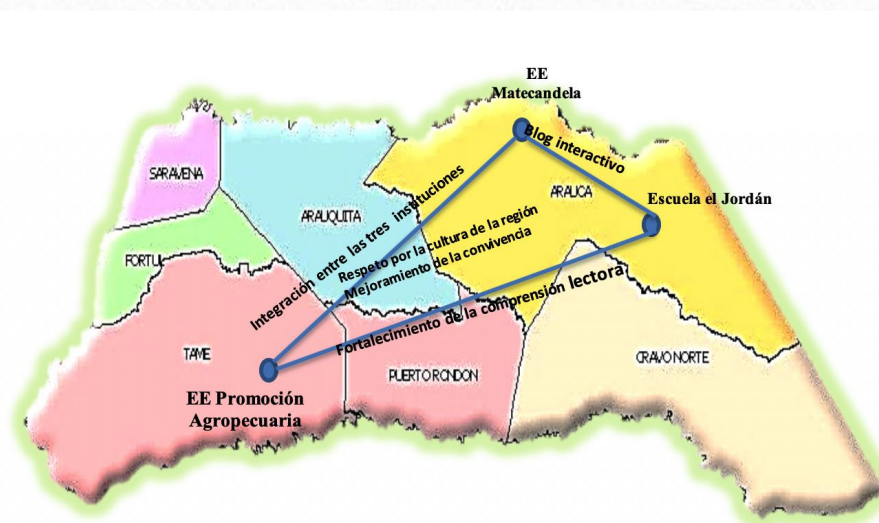


Fig.6 Integración de los EE. Participantes del proyecto, departamento de Arauca

- El desarrollo de las estrategias diseñadas e implementadas (salón gourmet, buzón-taparo de aprendizaje, poesía de mi tierra y fotografiando mi contexto), permitieron fortalecer y evaluar los avances de los estudiantes en fluidez verbal, calidad de lectura y comprensión de textos a nivel literal, inferencial y crítico, donde se pudo evidenciar el fortalecimiento de las competencias semántica, sintáctica y semiótica.
- La implementación del blogger interactivo como estrategia de socialización interinstitucional entre los establecimientos educativos que participaron en el desarrollo del proyecto, permitió mantener el interés y la comunicación asertiva de los estudiantes y docentes en cada una de las actividades. Al mismo tiempo, sirvió como herramienta de evaluación y dinamización de los aprendizajes.
- La metodología planteada en este proyecto, demuestra que los aprendizajes alcanzados en torno al desarrollo de una pedagogía activa que permita la construcción del conocimiento a partir de la relación con el contexto sociocultural de los estudiantes, en ambientes de trabajo cooperativo, garantizan el desarrollo de las habilidades cognitivas que se necesitan para mejorar en la calidad de la lectura, al facilitar la comprensión lectora debido al importante grado de significación que le genera al estudiante.
- No cabe duda que los aprendizajes alcanzados en torno al desarrollo de una pedagogía activa que permita la construcción del conocimiento a partir de la relación con el contexto sociocultural de los estudiantes, garantiza el desarrollo de las habilidades cognitivas que se necesitan para mejorar en la calidad de la lectura, al facilitar la comprensión lectora debido al importante grado de significación que le genera al estudiante.
- Dentro del proceso de enseñanza aprendizaje la familia juega un papel importante para la preservación y la vivencia de valores culturales, la historia y las tradiciones, permite transmitir a los estudiantes las riquezas de la lengua de manera oral y escrita; teniendo en cuenta la teoría socio-cultural de Vygotsky no se puede separar al niño dentro de su contexto familiar, social, cultural e histórico, debido a que hace parte de su formación integral.

Al estilo llanero:

Vengo del llano inmenso
a concluir la propuesta
resaltando la cultura,
la tradición y el contexto.

La cultura llanera
muy rica lo es por cierto
con el canto al gana'o
patrimonio del universo.

Las leyendas y canciones
dentro del aula se fortalecen
para escribir textos nuevos
que a todos enriquecen.

Se preserva la cultura
la tolerancia y el respeto
a nuestros antepasados
fuentes de conocimiento.

A los padres y estudiantes
una gratitud inmensa
por permitir reflejar
la riqueza cultural
de este llano inmenso.

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Nacional, por su programa "becas para la excelencia docente"
A la universidad Nacional de Colombia
A la Secretaria de Educación Departamental de Arauca-Colombia.
A las Comunidades Educativas CEAR Santo Ángel, Matecandela y Promoción Agropecuaria.

Referencias

- Alan Tonatiuh López Niño (2017): “Un acercamiento a la vida y obra de Lev Semiónovich Vygotsky(1896-1934)”, Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo (febrero 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/atlante/2017/02/vygotsky.html>.
- Barón, L., Müller (2014). La Teoría Lingüística de Noam Chomsky: del Inicio a la actualidad. Artículo publicado, Fundación Universitaria los Libertadores, 42 (2), (pp.417-442).
- Birchenall, L. B., & Müller, O. (2014). La Teoría Lingüística de Noam Chomsky: del Inicio a la Actualidad 1, 42(2), 417–442.
- Bronfenbrenner, U. (1987). La ecología del desarrollo humano. Cognición y desarrollo humano. España: Paidós.
- Casani, Daniel Explorando las necesidades actuales de la comprensión aproximaciones a la comprensión crítica,
- Cassany, D. (2001). Explorando las necesidades actuales de comprensión aproximaciones a la comprensión crítica 1
- Cassany, D. (2006). Tras las líneas. Sobre la lectura. Barcelona: Anagrama.
- Cesar Coll (1990) Las competencias en la educación escolar.
- Chomsky, N. (1969). Lingüística cartesiana. Madrid: Gredos.
- Chomsky, N. (1970). Aspectos de la teoría de la sintaxis. Madrid: Aguilar.
- Chomsky, N. (1978). Estructuras sintácticas. México D. F.: Siglo XXI.
- Chomsky, N. (1980a). Sintáctica y semántica en la gramática generativa. México D. F.: Siglo XXI.
- Chomsky, N. (1992). El lenguaje y el entendimiento, Barcelona: Planeta-De Agostini.
- Colombia, Constitución política de Colombia, (1991), disponible
- Colombia, Ministerio de Educación Nacional, “Ley 115 de 1994”, en Ley General de Educación, Empresa Editorial Universidad Nacional, pp. 1-5, Bogotá, 1994.
- Comprensión y Producción Textual Narrativa en Estudiantes de Educación Primaria, 24(1), 61–83. <https://doi.org/10.15446/rcp.v24n1.42314>

De tejada Mirian 2015, La escuela desde la perspectiva ecología.

Definición de sintaxis (2017). Wikipedia, La enciclopedia libre.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Sintaxis>.

Eco, U (1932) Tratado de semiótica general, p. 45

García Madruga, Juan (2008) Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación.

Gemma, C., & Calder, C. (2016). Desarrollo de la comprensión en lectura inferencial del grado noveno de un Colegio Público de Bogotá.

Ghiso, A., y Borges, J. L. (2009). Legados de Paulo Freire.

ICFES (2016), matrices de referencias

I Casani, Daniel (1999). Decálogo didáctico de la enseñanza de la composición.

Lerner, D. (1985), “La relatividad de la enseñanza y la relatividad de la comprensión, un enfoque psicogenético”, en: Lectura y Vida, Año 6, N° 4, diciembre de 1985.

Marro, M. y Signarini, A. (1994). Tareas cognitivas de la comprensión de textos. El docente un estratega necesario en: lectura y vida, año 15 N° junio 1994. Págs 27 a 32

Ministerio de Educación Nacional (2006) Estándares básicos de competencia en lenguaje (pág. 32)

Ministerio de Educación Nacional (2017) Entre textos cuaderno del estudiante. Pág13-14

Ministerio de Educación Nacional (2017) Entre textos guía del docente. Pág 28-29

Ministerio de Educación Nacional (1998) Lineamientos curriculares de lenguaje

Ministerio de Educación Nacional (2015) Guía 3 5 9 Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal 2015.

Ministerio de Educación Nacional (2017), Derechos básicos de aprendizajes, versión 2

Ministerio de Educación Nacional (2017) Mallas de aprendizaje

Parra, M. (1991). La lingüística textual y su aplicación a la enseñanza del español en el nivel universitario. Forma y Función, 5, 64.

- Perrenoud, Philippe (2000). Universidad de Ginebra. Aprender en la escuela a través de proyectos, ¿por qué?, ¿cómo?
- Saussure, F. Curso de lingüística general, p. 60. .
- Solé, I. (1992). Estrategias de lectura. Barcelona: GRAÓ.
- Solé, I. (2012). Competencia lectora y aprendizaje, 59, 43–61.
- Solé, I. (1996). Estrategia de comprensión de la lectura
- Sole, Isabel. Las posibilidades de un modelo teórico para la enseñanza de la comprensión lectora (1987)
- Torres, L., Guzmán, Elizabeth, Valbuena, M., Fajardo, Patricia, & Aristizábal, C. (2015).
- Torsugev A, I. G. (1989). "Elementos para el análisis del texto". Forma y Función. Bogotá, (Núm. 4).
- Zambrano, F. (2015). Psicolingüística y la teoría de la gramática de Chomsky. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Colombia. Recuperado de <https://www.youtube.com> Beuchat, C., «La poesía en la sala de clases. Algunas aproximaciones metodológicas», Colibrí, Año 4, núm. 10, 1992, pp. 11

5

Trascendencia de los Entornos Personales de Aprendizaje y su incidencia en el rendimiento académico. Caso UTPL

Mariuxi Pardo-Cueva, Laura Magali Chamba-Rueda, Ángel Alexander Higuerey Gómez

Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador

Sobre los autores:

Mariuxi Pardo-Cueva: Candidata a Doctor en Administración, Universidad Nacional de Rosario –Argentina; Magíster en Auditoría integral, UTPL; Ingeniera en Contabilidad y Auditoría, UTPL, Diplomado en Gestión de Calidad, UTPL; Diplomado en Tributación, UTPL; Miembro del grupo de investigación eficiencia organizacional e innovación, UTPL; Miembro de la cátedra de emprendimiento e innovación, UTPL; Docente-investigadora a tiempo completo en modalidad presencial y abierta y a distancia del Departamento de Ciencias Empresariales, UTPL a nivel de Postgrado y Pregrado.

Correspondencia: mcpardo@utpl.edu.ec

Laura Magali Chamba Rueda: Doctorado en curso en "Administración" Universidad de Rosario-Argentina. Magíster en Gestión Empresarial, Ingeniera en Administración de Empresas en la Universidad Técnica Particular de Loja-Ecuador. Docente universitario (componentes de pregrado: Gestión de la Calidad, Matemática Financiera, Análisis de Casos Empresariales, Emprendimiento y Administración, componentes posgrado: Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad, Implementación de la norma ISO26000). Experiencia responsable de crédito en el Banco Centro Mundo, Asistente

Financiero empresa ECOLAC, Gestora de investigación en Call Center, Coordinadora de titulación maestría en Gestión de la Calidad y Gestión Empresarial.

Correspondencia: lmchamba@utpl.edu.ec

Ángel Alexander Higuerey Gómez: Doctor en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias-España. Magíster y Especialista en Derecho Tributario por la Universidad Santa María y Licenciado en Administración, por la Universidad de Oriente - Venezuela. Actualmente es profesor-investigador de la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. Fue docente e investigador reconocido de la Universidad de Los Andes en Venezuela por más de 18 años y Director del Instituto Experimental de Investigaciones Humanística, Económica y Social (IEXIHES).

Correspondencia: aahiguerey@utpl.edu.ec

Resumen:

El propósito de esta investigación se fundamentó en determinar el impacto de la utilización de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) en la educación superior y su incidencia en el rendimiento académico. La importancia del estudio consistió en la utilización de las tecnologías de la información y comunicación para la construcción del aprendizaje significativo. La metodología que se utilizó fue el entorno personal de aprendizaje desarrollada en sus tres fases (leer, reflexionar y compartir). La población objeto de estudio correspondió a 54 estudiantes matriculados en modalidad presencial de las titulaciones de Contabilidad y Auditoría y Administración de Empresas de la Universidad Técnica Particular de Loja, correspondiente al período académico octubre 2017-febrero 2018. Los resultados mostraron que, al utilizar recursos tecnológicos se consigue fortalecer una participación proactiva y desarrollar competencias para el trabajo en equipo; evidenciándose un incremento en el rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras claves: Entorno Personal de Aprendizaje, educación superior, rendimiento académico, tecnologías.

Transcendence of Personal Learning Environments and its impact on academic performance. Case UTPL

Abstract:

The purpose of this research was based on determining the impact of the use of Personal Learning Environments (PLE) in higher education and its impact on academic performance. The importance of the study consisted in the use of information and communication technologies for the construction of meaningful learning. The methodology used was the personal learning environment developed in its three phases (reading, reflecting and sharing). The population under study corresponded to 54 students enrolled in person modality of the Accounting and Audit and Business Administration degrees of the Universidad Técnica Particular de Loja, corresponding to the academic period October 2017-February 2018. The results showed that, when using resources technologies, it is possible to strengthen proactive participation and develop competencies for teamwork; evidencing an increase in the academic performance of the students.

Keywords: Personal Learning Environments, higher education, academic performance, technologies.

Introducción:

En el presente artículo, se exponen los datos resultado de la XI Convocatoria de proyectos y buenas prácticas de innovación docente para el fomento del proceso de enseñanza-aprendizaje del periodo académico octubre 2017-febrero 2018, de la Universidad Técnica Particular de Loja, de Ecuador, con la participación de la práctica denominado “Entornos Personales de Aprendizaje aplicado en las aulas de clases”.

En la actualidad el acceso a la información ha permitido fortalecer los procesos de enseñanza, los estudiantes pueden usar diferentes canales y formatos en función de sus necesidades; sin embargo, considerando la enorme cantidad de información, es importante ayudarles a crear su propio entorno de enseñanza, a través del uso de herramientas que faciliten y fortalezcan el aprendizaje (Garay, Tejada y Romero, 2017). En este caso, el estudiante se convierte en un ser proactivo que adquiere habilidades y competencias para utilizar y administrar redes de aprendizaje; por lo tanto, constituye la base de su identidad digital (Costa y Torres, 2011). En este sentido la universidad es un establecimiento con diversas responsabilidades al respecto, al ser la encargada de la formación de los futuros profesionales (Gutiérrez, Sánchez y Prendes, 2016).

Por consiguiente, surge el interés de trabajar las tecnologías de información desde una perspectiva esencialmente educativa; en donde, los Entornos Personales de Aprendizaje, con sus siglas en inglés Personal Learning Environment (PLE), permiten el acceso a la información y conocimiento de manera personalizada. Por lo tanto, surge el interés de aplicar esta herramienta en los componentes troncales de Administración I y Auditoría III, de las titulaciones de Administración de Empresas y Contabilidad y Auditoría respectivamente, introduciendo cambios académicos sustanciales y permitiendo a los estudiantes crear un su propio PLE, para facilitar la comprensión de los contenidos.

Las materias en mención presentan un alto porcentaje de contenido teórico y práctico que ha sido difícil comprender por parte de los estudiantes, al carecer de habilidades para procesar y sistematizar la información. Estas dificultades han conllevado a una baja

motivación y por ende un bajo rendimiento académico. En los últimos dos años no se ha evidenciado un promedio superior a 28 puntos sobre 40; así también, en cada ciclo académico el 30% de los estudiantes deben rendir una evaluación supletoria o de recuperación debido a que no alcanzan el puntaje mínimo requerido por la universidad, reprobando el 10% de los estudiantes.

Por esta razón el objetivo de la investigación consiste en determinar el impacto de la utilización de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes matriculados en modalidad presencial de las titulaciones: Contabilidad y Auditoría y Administración de Empresas de la Universidad Técnica Particular de Loja para hacer frente a los problemas como: conocimiento de manera separada, empleo deficiente de tácticas para procesar información, baja motivación, bajo la hipótesis de que existe una relación entre el uso de los entornos personales de aprendizaje y el rendimiento académico y de esta manera dar una respuesta a la siguiente pregunta de investigación ¿El uso de las PLE, incide en el rendimiento académico de los estudiantes?.

Metodología:

En el presente trabajo de investigación se utilizó la metodología de tipo relacional, con el fin de determinar el impacto de la utilización de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) en el rendimiento académico en la educación superior. Esta metodología permitió estudiar aspectos no susceptibles de manipulación, como es el caso de los PLE, con el rendimiento estudiantil.

Para determinar la interacción entre el empleo de los PLE y el rendimiento estudiantil, se aplican e interpretan pruebas no paramétricas para el análisis de correlaciones y de varianzas de las variables principales. La población seleccionada fueron los estudiantes matriculados en modalidad presencial de las titulaciones de Contabilidad y Auditoría y Administración de Empresas de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), correspondiente al período académico octubre 2017-febrero 2018.

En el ciclo académico de estudio, los docentes incorporaron como estrategia de aprendizaje, la utilización de los PLE con el fin de mejorar su rendimiento académico. En

este sentido, al considerar que la población de estudiantes es joven los PLE se presenta como una herramienta de fácil uso y de libre acceso; además que compromete al estudiante a crear su propio conocimiento, demostrando con ello un mayor compromiso, participación y trabajo colaborativo.

En el empleo de los PLE participaron 30 alumnos matriculados de la asignatura Administración I de la titulación de Administración de Empresas y 24 estudiantes matriculados del componente de Auditoría III de la titulación de Contabilidad y Auditoría. Al final del ciclo académico, se aplicó un instrumento para recoger la opinión con respecto a la experiencia obtenida en la aplicación de los PLE y en la cual participaron 21 alumnos de la asignatura Administración I y 20 estudiantes del componente de Auditoría III.

La edad de los estudiantes osciló entre 18 y 25 años de edad, siendo la mayoría de ellos jóvenes, ya que el 46% tenían edad entre 18 y 20 años y el 49% entre 20 y 25 años de edad. Por otra parte, se observó que la mayoría de la población (68%) eran mujeres, coincidiendo con la matrícula de la UTPL, en la cual gran parte de la población es del sexo femenino. Al ser la UTP una institución de educación superior privada, la mayoría de la población se caracteriza por pertenecer a un estrato social de clase media-alta.

El instrumento fue diseñado con escala de Likert, empleándose de 5 opciones para su valoración: (1) totalmente en desacuerdo, (2) en desacuerdo, (3) ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) de acuerdo y (5) totalmente de acuerdo.

Para medir el rendimiento estudiantil (Nota final), se empleó la calificación obtenida por los participantes en las asignaturas, de acuerdo al registro del sistema académico de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL). En la UTPL, el sistema de estudio es por ciclo académico, que compone cuatro (4) meses, y éste se divide en dos bimestres. El sistema de calificación va de 0 a 20 puntos por bimestres. El estudiante aprueba al acumular 28 puntos por la suma de la nota obtenida en los dos bimestres.

Entornos personales de aprendizaje

Castañeda y Adell (2013) describe los entornos personales de aprendizaje con sus siglas en inglés Personal Learning Environment (PLE) como "...el conjunto de herramientas,

fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender”; es decir, el PLE de las personas se establece por los procesos, experiencias y estrategias que el estudiante puede y debe poner en marcha para aprender y, en las actuales escenarios sociales y culturales, está determinado por los medios que las tecnologías abren y potencian.

Varios autores como Saadatmand y Kumpulainen (2013); Ros, Hernández, Robles, Caminero, Tobarra y Ruiz (2013); Sheffel, Wolpers, Schmidt y Werkle (2013), Rodríguez y López (2013), Lapointe, Kondratova, Molyneaux, Shaikh, Vinson (2017) conciben al PLE como un conjunto de herramientas tecnológicas integradas y utilizadas por una persona para acceder a nuevas fuentes de conocimiento.

Por otro lado, Schaffert y Hilzensauer (2008), contrariamente consideran que un PLE es un conjunto de aplicaciones del software social que emplea un alumno y que le permiten satisfacer sus necesidades específicas, utilizando para ello herramientas como: wikis, blogs, YouTube, GoogleDocs, Flickr, Skype, Twitte, etc.

Es importante mencionar que, el PLE como un entorno abierto, el usuario es quién determina las herramientas que incluirá, las selecciona de internet y organiza en relación a sus objetivos de aprendizaje, pudiendo servirse de enlaces, aplicaciones de escritorio o móviles, etc. Incluso los contactos de sus redes sociales cuando se identifica compatibilidad con alguna área o tema (Dabbagh y Kitsantas, 2012; Väljataga y Laanpere, 2010), (Swartzberg y Swartzberg, 2015)

Para Adell y Castañeda (2010) existen tres grupos de herramientas que usa tecnología y son aplicables a un PLE:

- De acceso a la información: sitios de publicación (blogs, wikis), vídeo (YouTube, Vimeo, Blip, etc.) repositorios y bases de datos de audio (iTunes U, podcasts), multimedia (Slideshare, repositorios digitales como el de National Geographic, BBC u otras empresas de divulgación), repositorios Open Course Ware, objetos de aprendizaje estandarizados (AGREGA, MERLOT, repositorios de diferentes instituciones formales), sitios de noticias, lectores de RSS (Google Reader, RSSowl, etc.), portales de información específica, etc.

- De creación y edición de información: Wikis, suites ofimáticas de escritorio (OpenOffice.org) y en red (GDocs, Zoho), herramientas de edición de audio, de vídeo, mapas conceptuales, creación de presentaciones, cronogramas herramientas de mapas mentales (CMapTools, Creatively, Collaborilla) y en general cualquier tipo de artefacto informacional.
- De relación con otros: herramientas de red social o de las que surge una red social.

Dávila (2011) describe las fases que se debe seguir para la construcción de un PLE que son:

1. Leer/acceder a la información: los estudiantes demuestran interés por aprender un determinado tema de manera voluntaria, realizan búsquedas de información en blogs, canales de video, páginas web, artículos, casos de estudio etc.
2. Hacer/Reflexionar haciendo: organizan la información y crean un recurso de aprendizaje como video, mapa conceptual, infografía, ensayos etc.
3. Compartir Red Personal de Aprendizaje PLE: finalmente se comparte la información y el estudiante está en la capacidad de asistir a foros, reuniones de trabajo, etc.

Entre las posibilidades y limitaciones que tiene esta metodología en el proceso de aprendizaje, Cabero, Barroso y Romero (2015), las describe así:

Posibilidades

- Los alumnos se convierten en actores activos en su propio proceso de aprendizaje.
- Los alumnos aprender a construir, regular y controlar el propio aprendizaje
- Son fáciles y amigables de construir, manejar y desenvolverse sobre ellos, se construyen con herramientas web 2.0.
- El derecho de autor y la reutilización recaen sobre sujeto y no de la institución.
- Aumento de la presencia social.

- Son entornos abiertos a la interacción y relación con las personas independientemente de su registro oficial en los programas o cursos.
- Centrado en el estudiante.
- Lleva a los estudiantes a aprender algo transversal que se puede transferir a distintos campos del conocimiento.

Limitaciones

- Existe más de un desarrollo tecnológico que modelos conceptuales de actuación educativa y formativa.
- Su creación exige a los profesores y alumnos una fuerte capacitación conceptual y tecnológica.

Considerando que existe más fortalezas que debilidades en el uso del PLE, los docentes pueden influir en las herramientas utilizadas por sus estudiantes para mejorar su aprendizaje, también permite interactuar con otros entornos personales, dando la posibilidad del intercambio de conocimiento, su construcción, la utilización de filtros y criterios colectivos para la adecuada selección y el eficiente manejo de la información Gallego y Chaves (2014).

El procedimiento que se siguió para la implementación de los PLE, en cada una de las asignaturas seleccionadas consistió en tres fases:

- Fase 1: Herramientas para leer. - Los estudiantes seleccionaron las fuentes de información según su interés considerando los temas establecidos en cada semana de estudio, pudiendo utilizar herramientas como: newsletters, blogs, canales video, lista de RSS, artículos científicos, etc. Con el material seleccionado realizaron lecturas comprensivas.
- Fase 2: Herramientas para reflexionar. - a partir de la información seleccionada los estudiantes reconstruyeron el conocimiento a partir de una reflexión sobre los documentos leídos para lo cual es necesario incluir procesos mentales, reorganización de

la información y publicación de la información como blogs personales, un sitio de publicación de videos, redes sociales, cuaderno de notas etc.

– Fase 3: Herramientas para compartir y reflexionar en comunidad - PLE. - Para lograr un aprendizaje significativo los estudiantes potenciaron la interacción entre personas para enriquecer el conocimiento, por lo tanto, utilizaron herramientas de social media y redes sociales.

Una de las herramientas empleadas en las asignaturas de Administración I y Auditoría III de la UTPL fue el Padlet; esta es una de las herramientas o recurso de la Web 2.0 más usadas en la actualidad, diseñada para crear un muro digital o pizarra interactiva con contenido multimedia. Constituye un recurso apropiado para incorporar y guardar imágenes, videos, audio, presentaciones, entre otros. Así mismo las personas al mismo tiempo pueden compartir ideas, información, responder a preguntas concretas, etc.

La utilización del Padlet en las asignaturas seleccionadas, estuvo precedida por criterios como los siguientes: acceso gratuito, interfaz amigable, comunicación en modo asíncrono, posibilidad de compartir información en diversos formatos (texto, videos, infografías, presentaciones, audios, mapas mentales) de manera centralizada; además permitió trabajar con temas específicos.

Entornos personales de aprendizaje y rendimiento académico

El libre acceso a las fuentes de información permite al estudiante realizar una evaluación de los conocimientos adquiridos y fortalecer las debilidades identificadas en pro de garantizar una educación de calidad (Cabero, Barroso y Llorente, 2010).

Según el diccionario de la Real Academia Española se define al rendimiento como la proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados. En cambio, respecto a lo “académico” se entiende lo perteneciente o relativo a las academias. En síntesis, el rendimiento académico es el resultado del aprendizaje que obtiene el alumno en el entorno escolar como fruto de su desempeño y de las circunstancias que lo rodean (López y Rigo, 2014) y se lo relaciona con las evaluaciones o calificaciones obtenidas por los estudiantes cuyo propósito consiste en identificar si los objetivos se han cumplido o

que temas deben ser reforzados para lograr las competencias al finalizar el proceso académico (Rosales, 2014).

Para algunos investigadores el bajo rendimiento académico es preocupante, de manera general coinciden que se debe a factores como: conocimiento de manera fragmentada, empleo deficiente de estrategias para procesar información, baja motivación, historial de fracaso (Woolfolk, 1996), de ahí, que es necesario dar una respuesta educativa específica para estos actores (Marchesi , 2004), considerándose como una acción educativa diferenciada, efectiva y pertinente (Cimolai y Toscano, 2008). Por lo tanto, es indispensable construir metodologías de aprendizaje efectivas para solventar los problemas antes mencionados y una opción estratégica es adoptar en el proceso de enseñanza aprendizaje el uso apropiado de dispositivos tecnológicos como computadoras, teléfonos celulares que son los más utilizados por los estudiantes universitarios (Chavez y Sola, 2018), también tabletas entre otros hay que considerar que las nuevas generaciones están acostumbrados a la instantaneidad de la información (López, González, Aguiar y Artiles, 2017), (Bailey, Ifenthaler, Gosper, Kretschmar, Ware, 2015).

De acuerdo a Serres (2013), los jóvenes viven en una cultura globalizada, acceden a una infinidad de información, lugares y personas, aprenden cosas distintas y de manera diferente. Por su parte Cassany (2012) argumenta que se ha potencializado el uso de blogs, chats, foros, redes sociales de esta manera se ha desarrollado mecanismos sofisticados de autoaprendizaje, así como red de contactos para intercambiar información. Bajo este contexto, es importante utilizar las herramientas tecnológicas para fortalecer el aprendizaje en los estudiantes considerando que las TICs, están presentes en la vida cotidiana de los jóvenes, además permite formar un estudiante autogestivo; es decir, que pueda discernir entre lo que útil y lo que no le es, entre lo que es confiable o no (Vásquez, 2015).

También hay que tomar en cuenta que hay estudios cuyos resultados muestran que, no hay un efecto directo entre el rendimiento y uso de tecnología de los estudiantes

(Karvounidis, Chimos, Bersimis y Douligeris, 2018) por lo que es de interés continuar profundizando el tema.

Finalmente, es importante destacar que la búsqueda por la excelencia educativa conlleva la necesidad de introducir innovaciones tecnológicas y didácticas que potencien el uso de entornos virtuales para favorecer tareas docentes como el aprendizaje de los estudiantes (Villalustre y Del Moral, 2015), creando un sistema sostenible que tenga como centro al alumno (Montebello, 2018), (Aguilar-Peña, Rus-Casa, Muñoz-Rodríguez, Jiménez-Torres, Peña-Hita, 2016).

Resultados:

Los resultados obtenidos de los estudiantes con respecto a los PLE en el instrumento se distribuyeron en tres grupos. El primer grupo, incluyó los que contestaron en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. El segundo grupo, lo conformaron aquellos estudiantes que respondieron la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo. Mientras que el tercer grupo, se ubicaron los estudiantes que contestaron de acuerdo y totalmente de acuerdo.

Fueron cinco (5) prácticas de PLE empleadas por los estudiantes: infografías (Infografías), videos (Videos), mapas mentales (Mapas), presentaciones PowerPoint y/o Prezzi (Presentación) y revisión de artículos y/o documentos (Revisión). La utilización de PLE hizo que se clasificara la población por la cantidad de prácticas de PLE empleadas. Es así, que el Grupo 1, lo conformaron los estudiantes que aplicaron 1 sola práctica de PLE; el Grupo 2, emplearon 2 prácticas; el Grupo 3 aplicaron 3 prácticas; mientras que el Grupo 4 y el Grupo 5, utilizaron 4 y 5 prácticas de PLE respectivamente. En este sentido, 7 estudiantes se ubicaron en el Grupo 1, y 8 estudiantes en el Grupo 2. Los grupos 3 y 4 lo conformaron 7 estudiantes, mientras que el Grupo 5 contenía la mayor cantidad de estudiantes ubicándose en 12. En total fueron 41 estudiantes los que aplicaron herramientas de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE).

Por otra parte, las prácticas más empleadas por los estudiantes de la muestra fueron las presentaciones PowerPoint y/o Prezzi (31), seguida de los videos (30); mientras que el uso de Infografía y los mapas mentales fue de 24 y la revisión de artículos, fue de 23.

En cuanto a la calificación de los estudiantes, las estadísticas descriptivas son las siguientes: la nota mínima fue 29 puntos mientras que la máxima fue de 40 puntos. Por otra parte, el promedio se ubicó en 36,46 puntos con una desviación de 2,38 puntos. Resulta interesante mostrar que la moda se ubicó en 38 puntos.

Para el cumplimiento de determinar la relación entre el empleo de las PLE y el rendimiento estudiantil se aplicaron e interpretaron pruebas no paramétricas para el análisis de correlaciones y de varianzas de las variables principales, respectivamente el coeficiente de correlación de Kendall (Leech, Barrett, y Morgan, 2013; Howell, 2010, y Chaves, Trujillo y López, 2015); y para la comprobación de la hipótesis se empleó el contraste H de Kruskal Vallis.

Tabla 1. Apreciación del uso de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE)

	TD	D	NAND	A	TA	Total
¿Cómo califica la práctica de innovación docente, aplicada al componente de estudio?	0,00%	0,00%	14,63%	43,90%	41,46%	100%
Los recursos tecnológicos utilizados, le permitieron ampliar o reforzar sus conocimientos.	0,00%	2,44%	14,63%	39,02%	43,90%	100%
La práctica de innovación docente permitió fortalecer el trabajo en equipo.	2,44%	0,00%	9,76%	46,34%	41,46%	100%
La práctica de innovación docente permitió fortalecer la comunicación oral	0,00%	4,88%	19,51%	39,02%	36,59%	100%

TD= Totalmente en desacuerdo
D= En desacuerdo
NAND= Ni de acuerdo ni en desacuerdo
A= De acuerdo
TA =Totalmente de acuerdo

El uso de los PLE por parte de los estudiantes de la muestra, tiene una alta aceptación, expresando en su mayoría que dichos recursos le permitieron ampliar y reforzar sus conocimientos (ver Tabla 1); y le ayudó a fortalecer el trabajo en equipo. No en la misma proporción se encuentra el aporte en la comunicación, ya que aproximadamente un 20% no opinaron sobre el aporte de estas herramientas a fortalecer la comunicación.

En la figura 1 se muestra la utilización de las herramientas de PLE por parte de los estudiantes de la muestra. Se destaca que los videos fue la herramienta más empleada

por la muestra en estudio, seguida por el uso de presentación en PowerPoint y/o Prezzi; mientras que la revisión de artículos y/o documentos (Revisión) fue la menos empleada.

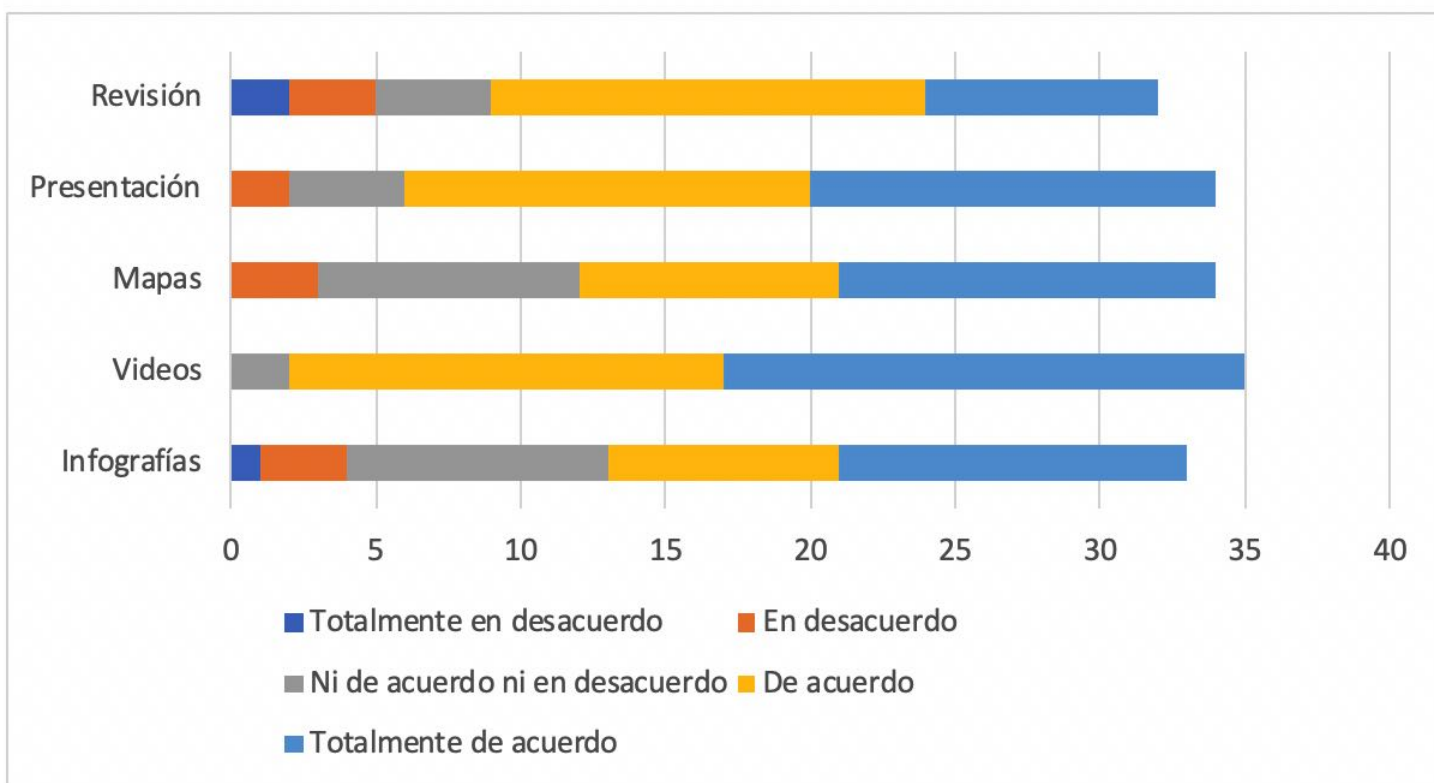


Figura 1. Herramientas de PLE utilizadas por los estudiantes.

Ahora bien, con el fin de determinar la incidencia del empleo de las herramientas de PLE en el rendimiento de los estudiantes, se aprecia que en los grupos 1 y 5, la correlación es negativa. Mientras que aquellos estudiantes que emplearon 3 herramientas de PLE presentaron la correlación más alta y apenas supera 0,10 (ver Tabla 2).

Tabla 2. Correlación de Kendall entre la Nota final, el número de herramientas de PLE empleadas y el tipo de herramienta

	Nota final	Grupo1	Grupo2	Grupo3	Grupo4	Grupo5
Nota final	0.8185					
Grupo1	-0.0840	0.3294				
Grupo2	0.0218	-0.0824	0.3294			
Grupo3	0.1160	-0.0588	-0.0588	0.2521		
Grupo4	0.0504	-0.0471	-0.0471	-0.0336	0.2084	
Grupo5	-0.1042	-0.1412	-0.1412	-0.1008	-0.0807	0.4639

	Nota final	Infografías	Videos	Mapas	Presentación	Revisión
Nota final	0.8185					
Infografías	-0.0387	0.5983				
Videos	-0.0790	0.0319	0.4908			
Mapas	0.0992	0.2723	0.2555	0.5479		
Presentación	0.0487	0.0202	0.1160	0.1193	0.4605	
Revisión	-0.0504	0.2756	0.2034	0.2387	0.2286	0.5496

Igualmente se hizo la correlación entre la nota final y el tipo de herramientas empleadas, dando como resultado una correlación negativa con el uso de las infografías, los videos y la revisión de documentos. Siendo la correlación positiva más alta, entre la nota final y los mapas mentales, pero no alcanza el valor de 0,10.

En la tabla 3, se muestran los resultados de la aplicación del test de prueba de análisis de varianza Kruskal-Wallis. Este test no paramétrico sirve para contrastar si hay diferencia en el rendimiento obtenido por los estudiantes, medido a través de su nota final y los distintos grupos de estudiantes clasificado de acuerdo al número de herramientas aplicadas. Se considera como hipótesis nula que los datos provienen de la misma distribución; es decir, no hay diferencia entre los grupos (ver tabla 3).

Tabla 3. Análisis de Kruskal-Wallis sobre las herramientas de PLE empleadas y el tipo de herramienta

Rangos			
	Grupo	N	Rango promedio
Nota final	1	7	14,43
	2	7	18,93
	3	5	24,90
	4	4	21,75
	5	12	15,42
	Total		35

Estadísticos de prueba^{a,b}

Nota final	
Chi-cuadrado	4,735
gl	4
Sig. asintótica	,316

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Grupo

Tabla 4. Valoración del uso de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE)

	TD	D	NAND	A	TA	Total
Considera usted que la herramienta PADLET es un recurso innovador para fortalecer y/o facilitar el aprendizaje.	0,00%	2,44%	17,07%	34,15%	46,34%	100%
Está satisfecho con los conocimientos adquiridos en el componente académico utilizando éstos recursos tecnológicos.	0,00%	4,88%	7,32%	34,15%	53,66%	100%
Está satisfecho con el rendimiento académico obtenido en el componente académico.	0,00%	2,44%	7,32%	26,83%	63,41%	100%

TD= Totalmente en desacuerdo

D= En desacuerdo

NAND= Ni de acuerdo ni en desacuerdo

A= De acuerdo

TA =Totalmente de acuerdo

No obstante, a lo descrito, se hizo una comparación entre las notas obtenidas por los estudiantes de un ciclo anterior; es decir, del periodo académico abril-agosto 2017 y que no emplearon herramientas de PLE, a los del ciclo octubre 2017-febrero 2018 que sí, las emplearon. La nota promedio de los estudiantes de Auditoría II para el primer ciclo fue de 32,59 puntos mientras que para el ciclo en estudio fue de 35,42. Por otra parte, las notas promedio de los estudiantes de Administración I, para el ciclo académico abril-agosto 2017 correspondió a 29,75, mientras que para el ciclo octubre 2017-febrero 2018, el promedio de la nota alcanzó los 31,43 puntos.

En cuanto la valoración dada por los estudiantes a las herramientas del PLE en su aprendizaje, se observó que una parte importante no opinó sobre el uso del PADLET como una herramienta que le permitió fortalecer y facilitar el aprendizaje (ver tabla 4). No así con el nivel de satisfacción de los conocimientos y el rendimiento, quienes tuvieron un nivel de aceptación del 87,80% y 90,24% respectivamente.

Discusión de resultados:

La edad promedio de la población objeto de estudio oscila entre los 18 y 25 años. Al ser considerada una población joven, tienen mayor facilidad para utilizar las TICs, según lo confirma la investigación realizada por (Chaves-Barboza y Sola-Martínez, 2018).

En cuanto al número de infografías empleadas, se observa que la gran mayoría de estudiantes un 37% aplicaron 2 y menos de 2 prácticas, ubicándose en los Grupos 1 y 2; mientras que un porcentaje importante de estudiantes aplicaron todas las prácticas de PLE; apreciándose el atractivo y la motivación por el uso de estas herramientas en su aprendizaje. En la distribución del uso de estas herramientas por la edad, se observó que los de mayores edades emplearon sólo una estrategia de PLE, mientras que los más jóvenes emplearon la mayor cantidad de herramientas. Esto último de acuerdo a la utilización de las herramientas TIC's por parte de los jóvenes.

Las herramientas más utilizadas en la práctica fueron: presentaciones en PowerPoint y/o Prezzi y videos. Esta situación se debe, a la costumbre en el de estos recursos y lo amigable de los mismo. Mientras que, la lectura que implica un mayor esfuerzo por parte de los estudiantes no es la más empleada.

Un estudio realizado por Chaves-Barboza y Sola-Martínez (2018) mostraron que, los estudiantes pasan poco tiempo visitando las plataformas universitarias, por lo que prefieren las herramientas de PLE, ya que son interactivas además que permiten conectarse con otras personas y son personalizables. Esta teoría concuerda con los resultados obtenidos, ya el 54% de los estudiantes, están totalmente satisfechos con los conocimientos adquiridos a través de la utilización de los PLE.

Investigaciones realizadas sobre el empleo de los PLE en contextos específicos de currículo, han identificado hallazgos sobre: percepciones en el uso, la valoración al ser empleado en proyectos personales, su relación con la experiencia en internet, el valor motivacional, el ejercicio de la autonomía y la utilidad de los PLE para aprender en otros contextos (Meza, Morales y Flores 2016). En este estudio, se puede identificar diferentes niveles de utilización de herramientas tecnológicas para la construcción de un PLE como: power point o prezzi, mapas mentales, videos, infografías, artículos científicos.

Otros estudios sugieren que, se potencialice el uso de diferentes herramientas tecnológicas para mejorar el aprendizaje, donde es necesario el desarrollo de habilidades digitales para utilizar de manera óptima las potencialidades que ofrece el uso de las TICs (García-Martínez y González-Sanmamed, 2017). Se puede evidenciar esta debilidad en la investigación; en virtud, que la mayoría de estudiantes utilizaron herramientas comunes como Power Point, videos; mientras que una mínima parte utilizó recursos innovadores actuales como las herramientas para diseñar mapas mentales o infografías.

Al igual que, Humanante-Ramos, García-Peñalvo y Conde-González (2015), no todos consideran suficientes los recursos y confían en otras herramientas que son ofrecidas en línea para revisar la información relacionada con los temas en estudio como son: YouTube, Wikipedia, foros, Slideshare, entre otros.

En cuanto a los resultados obtenidos por los estudiantes medido a través de su nota, se aprecia un buen rendimiento ya que su promedio es alto, lo que ratifica que la calificación que más se repite es 38 puntos, recordando que la máxima nota de aprobación es de 40 puntos; es decir, el uso por parte de los estudiantes de estas herramientas pudo contribuir a mejorar su rendimiento.

Lo anterior es también visto con la opinión de los estudiantes, cuando expresaron que los recursos de PLE les permitieron ampliar y reforzar sus conocimientos y le ayudaron a fortalecer el trabajo en equipo; no así la comunicación entre compañeros.

El uso de la cantidad de herramientas de PLE o del tipo de PLE no se incide en el rendimiento estudiantil, pues la correlación obtenida entre los grupos no supera el 0,5, pero se aprecia que algunas herramientas si muestran un poco de incidencia en la nota final de los estudiantes.

De acuerdo a los resultados mostrados en el análisis de Kruskal-Wallis sobre las herramientas de PLE empleadas y el tipo de herramienta; se acepta la hipótesis planteada; es decir, los entornos personales de aprendizaje favorecen la enseñanza, evidenciándose en el buen desempeño académico. Pero, la cantidad de herramientas empleados por los estudiantes, no afectan directamente en el rendimiento académico. Sobre la comparación de los estudiantes del ciclo en estudio (octubre 2017-febrero 2018) con los del ciclo anterior (abril-agosto 2017) se aprecia una mejoría en los componentes evaluados en esta investigación; ya que la nota final obtenida, superó la del ciclo pasado.

En este estudio se puede validar la relación que existe entre el uso de los PLE y el rendimiento académico, resultados que coinciden con investigaciones de algunos autores como: Chaves-Barboza y Sola-Martínez, 2018; García-Martínez y González-Sanmamed, 2017, López, González, Aguiar y Artiles 2017.

Los estudiantes valoraron las herramientas del PLE de manera satisfactoria en su aprendizaje, expresando su satisfacción con los conocimientos adquiridos y que el rendimiento obtenido. No obstante, llama la atención la cantidad de estudiantes que no opinaron sobre el uso del PADLET.

También una investigación realizada por Javorcik (2018) enfatizan que los recursos utilizados en un PLE difieren según el género. Este dato al ser muy importante, se recomienda que en futuras investigaciones se lo considere para su análisis.

Por otro lado, es importante mencionar que, para la utilización de los PLE, es necesario incluir otros aspectos, con el fin de evaluar su empleo. Por lo que se hace necesario, la repetición de este estudio y la inclusión de otras variables, para tener una visión más amplia sobre las ventajas y aportes del uso de los PLE en la educación superior.

Conclusiones:

En esta investigación se determina el impacto de la utilización de los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE) en la educación superior y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes matriculados en modalidad presencial de las titulaciones de Contabilidad y Auditoría y Administración de Empresas de la Universidad Técnica Particular de Loja, correspondiente al período académico octubre 2017-febrero 2018.

Los estudiantes de la muestra valoran positivamente el empleo de las herramientas de PLE, siendo las más utilizadas los videos y las presentaciones en PowerPoint y/o Prezzi. Por otra parte, se aprecia que la mayor cantidad de estudiantes emplearon entre 3 y más herramientas. Resultados similares, sobre la importancia de las herramientas del PLE en la educación universitaria en Ecuador obtuvo (Humanante-Ramos, García-Peñalvo, y Conde-González, 2015).

Los resultados muestran que el rendimiento obtenido por los estudiantes de las asignaturas de Contabilidad y Auditoría y Administración de Empresas de la UTPL, en el período académico octubre 2017-febrero 2018, no fue afectado por el número de herramientas de PLE utilizadas. Pero si se observa una mejora en las notas obtenidas, al comparar los estudiantes que emplearon estas técnicas con los estudiantes del ciclo anterior que no las emplearon.

Por otra parte, el uso de las herramientas de PLE fortalece una participación proactiva y desarrollo de competencias para el trabajo en equipo; así mismo, permite al estudiante desarrollar un criterio para aceptar o rechazar la información según su utilidad.

La herramienta Padlet resultó ser una opción apropiada por su fácil acceso y utilización, permitiendo la tarea de compartir contenidos e información en diversos formatos, además de realizar reflexiones grupales.

La utilización de las TICs y los PLE, en la formación profesional son importantes porque permite que el estudiante sea autogestivo. Por lo tanto, es importante que los investigadores en esta línea continúen realizando aportes científicos en pro de garantizar una educación de calidad.

Referencias:

Adell, J. y Castañeda, L. (2010). Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs): claves para el ecosistema educativo en red. Alcoy: Marfil

Aguilar-Peña, J., Rus-Casas C., Muñoz-Rodríguez F., Jiménez-Torres M. y Peña-Hita M. (2016) Educational applications that promote Personal Learning Environment (PLE). XII Congreso de tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAE). Congreso de tecnología, Aprendizaje y Enseñanza de la Electrónica (TAE).

Bailey, M., Ifenthaler, D., Gosper, M.K., Kretzschmar, M. y Ware, C. (2015). The Changing Importance of Factors Influencing Student's Choice of Study Mode. *Technology, knowledge and learning*. 20(2), pp.169-184.

Cabero, J., Barroso, J. y Romero, R. (2015). Aprendizaje a través de un entorno personal de aprendizaje (PLE). *Revista de Pedagogía Bordó*, 67(2), pp. 63-68.

Cabero, J., Barroso, J. y Llorente, M. C. (2010). El diseño de Entornos Personales de Aprendizaje y la formación de profesores en TIC. *Digital Education Review*, 18, pp. 27-37.

Cassany, D. (2012). Leer y escribir en la red. *Estudios culturales y críticos de la esfera digital*, 2, pp. 288.

Chaves, E., Trujillo, J. M. y López, J. A. (2015). Autorregulación del aprendizaje en entornos personales de aprendizaje en el Grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada, España. *Formación universitaria*, 8(4), pp. 63-76.

Chaves-Barboza, E. y Sola-Martínez, T. (2018). Personal learning environments (PLE) in the bachelor's degree in elementary education at the university of Granada. *Revista Electrónica Educare*. 22, pp. 1-18.

Cimolai, S. y Toscano, A. (2008). ¿Atrapados sin salida? Concepciones de educabilidad y alumnos en problemas. En: R. Baquero, A. Pérez y A. Toscano. (Comps.): Construyendo posibilidad: Apropriación y sentido de la experiencia escolar. Homo Sapiens, pp. 33-61.

Costa, C. y Torres, R. (2011). To be or not to be, the importance of Digital Identity in the networked society. Educação, Formação y Tecnologias, pp.4-10.

Dabbagh, N. y Kitsantas, A. (2012). Personal Learning Environments, social media, and self-regulated learning: A natural formula for connecting formal and informal learning. Internet and Higher Education, 15, pp. 3-8.

Dávila, C. (2011). Comenzar a crear el entorno personal de aprendizaje en la clase de español. Instituto Cervantes.

Gallego, M., Chaves, E. (2014). Tendencias en estudios sobre Entornos Personales De Aprendizaje (Personal Learning Environments-PLE). EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, pp. 49.

Garay, U., Tejada, E. y Romero, A. (2017). Rendimiento y satisfacción de estudiantes universitarios en una comunidad en línea de prácticas. Revista Mexicana de Investigación Educativa, pp.1239-1256.

García-Martínez, J. y González-Sanmamed, M. (2017). Entornos personales de aprendizaje de estudiantes universitarios costarricenses de educación: análisis de las herramientas de búsqueda de información. Revista de investigación educativa, 35(2), pp. 389-407.

Gutiérrez I., Sánchez, M., y Prendes, M. (2016). Análisis del PLE de Estudiantes Universitarios Españoles: Proyecto CAPPLE. In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red.

Howell, D. C. (2010). Statistical methods for psychology. Belmont, USA: Cengage Learning, pp.1-771.

- Humanante-Ramos, P. R., García-Peñalvo, F. J. y Conde-González, M. A. (2015). Personal learning environments and online classrooms: An experience with university students. *IEEE. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10(1), pp.26-32.
- Javorcik, T. (2018). Analysis of different approaches of elementary school students to working with personal learning environmet. *Advances in intelligent Systems and Computing*, pp.307-316.
- Karvounidis, T., Chimos, K., Bersimis, S. y Douligeris, C. (2018). Factors, issues and interdependencies in the incorporation of a Web 2.0 based learning environment in higher education. *Educational and Information Technologies*, 23(2), pp. 935-955.
- Lapointe, J., Kondratova, I., Molyneaux, H., Shaikh, K. y Vinson, N.G. (2017). A review of personal profile features in personalized learning systems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. pp. 46-55.
- Leech, N., Barrett, K. y Morgan, G. A. (2013). *SPSS for intermediate statistics: Use and interpretation*. Routledge.
- López, E. y Rigo, M. (2014). *La optimización de los Entornos Personales de Aprendizaje: una alternativa para la prestación de apoyo tecnopedagógico a alumnos con bajo rendimiento académico*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- López, P., González, V., Aguiar, M. y Artiles, J. (2017). Management information in personal learning environments: Exploratory study in final undergraduate students. *Revista Complutense de Educación*, pp.1303-1320.
- Marchesi, A. (2004). *Qué será de nosotros, los malos alumnos*. Madrid: Alianza.
- Meza, O., Morales, M. y Flores, R. (2016). Variables individuales relacionadas con la instrucción en el uso de entornos personales de aprendizaje. *Educación*, (25), pp.87-106.
- Montebello, M. (2018). *Personal learning networks, portfolios and environment*. Springer International Publishing AG.

Rosales, M. (2014). Proceso evaluativo: evaluación sumativa, evaluación formativa y Assessment su impacto en la educación actual. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

Serres, M. (2013). Pulgarcita. Fondo de Cultura Económica Subsecretaría de Educación Básica. México: CONfines, pp. 149-153

Ros, S., Hernández, R., Robles, A., Caminero, A., Tobarra, L. y Ruiz, E. (2013). Open Service-Oriented Platforms for Personal Learning Environments. IEEE internet computing, pp. 27-31.

Rodríguez, M. y López, A. (2013). Entorno virtual de aprendizaje compartido en Educación Superior. Revista de Docencia Universitaria, 11(1), pp. 411-428.

Saadatmand, M. y Kumpulainen, K. (2013). Content Aggregation and Knowledge Sharing in a Personal Learning Environment: Serendipity in Open Online Networks. International Journal of Emerging Technologies in Learning. 8(1), pp. 70-78.

Schaffert, S. y Hilzensauer, W. (2008). On the way towards Personal Learning Environments: Seven crucial aspects. eLearning Papers, 9.

Sheffel, M., Wolpers, M., Schmidt, M. y Werkle, M. (2013). Using PLEs in professional learning scenarios – the Festo case for ROLE. eLearning Papers, 35, pp. 1-9.

Swartzberg, C., Swartzberg, R. (2015). Digital Education Gets Smart with Personalized Learning Paths. Bizcommunity. Education and Training

Väljataga, T. y Laanpere, M. (2010). Learner control and personal learning environment: a challenge for instructional design. Interactive Learning Environments, 18(3).

Vásquez, V. (2015). Diseño de un Entorno Virtual Personal para el Autoaprendizaje de las neurociencias: Un estudio de caso en Licenciatura en Psicología. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Villalustre, L., y Del Moral, M. (2015). Entornos Personales de Aprendizaje: satisfacción de los estudiantes y bienestar subjetivo docente. *Educação, Formação & Tecnologias*, pp. 42-57.

Woolfolk, A. (1996). *Psicología Educativa*. Mexico: Prentice.

6

Hacia la construcción de una estrategia de fomento al emprendimiento desde el aula de clase: La propuesta Superdesarrolladores en el Cauca, Colombia.

Wilfred Fabián Rivera Martínez
Corporación Cluster CreaTIC
Colombia

José Raúl Canay Pazos
Universidad Santiago de Compostela
España

Sobre los autores

Wilfred Fabián Rivera Martínez: Candidato a Doctor en Desarrollo Regional e Integración Económica. Magister en estudios interdisciplinarios del desarrollo, asesor en estrategia corporativa del Cluster CreaTIC. Colombia. Sus líneas de investigación son: emprendimiento, innovación, competitividad y desarrollo.

Correspondencia: ceo@clustercreatic.com

José Raúl Canay Pazos: PhD en Economía. Profesor Departamento de Economía Financiera y Contabilidad, Grupo de Análisis e Modelización Económica – IDEGA de la Universidad Santiago de Compostela. Sus líneas de investigación son: Educación y gestión educativa, sociedad de la información.

Correspondencia: raul.canay@usc.es

Resumen

Este trabajo identifica los elementos necesarios para estructurar un conjunto de técnicas y prácticas que permita a los menores de edad desarrollar en el aula su potencial transformador frente a un nuevo escenario en donde la guerra y el conflicto armado han afectado tradicionalmente la imagen y el imaginario del territorio. Se realizó un diseño metodológico mixto en 10 municipios del departamento del Cauca, Colombia tradicionalmente azotados por la violencia, realizando una encuesta semiestructurada a 45 docentes de instituciones educativas quienes manifestaron su interés por incorporar TIC en el aula de clase. Uno de los resultados de este ejercicio es la evidencia según la cual los estudiantes logran resolver una problemática identificada en su entorno y la convierten en prototipos que les permiten tener una alternativa para mejorar su calidad de vida. La propuesta resultante se denominó SuperDesarrolladores y evidencia utilidad al momento de: i) Desarrollar competencias de pensamiento lógico y crítico, ii) Visibilizar otras formas de emprendimiento y iii) Fortalecer procesos de aprendizaje con herramientas tecnológicas.

Palabras Claves: Educación, Emprendimiento, Innovación, Tecnología.

Towards the construction of a strategy to promote entrepreneurship from the classroom: The Superdevelopers proposal in Cauca, Colombia.

Abstract

This paper identifies the elements to structure a set of techniques and practices that allow underage children to develop from the classroom their transforming potential in a new scenario where war and armed conflict have traditionally affected the image and imaginary of the territory. A mixed methodological design was carried out in 10 municipalities traditionally hit by violence in Cauca, Colombia. A semi-structured survey was developed with 45 teachers from educational institutions who expressed their interest in incorporating ICT in the classroom. One of the results of this exercise is the evidence of students managing to solve a problem identified in their environment and turning it into prototypes that allow them to have an alternative to improve their quality of life. The resulting proposal was called SuperDesarrolladores and it evidences its usefulness when: i) Developing logical and critical thinking skills, ii) Visibilizing other forms of entrepre-

neurship and iii) Strengthening learning processes with technological tools.

Keywords: Education, entrepreneurship, Innovation, Technology.

Introducción

Según el Foro “Invertir en jóvenes como condición para una paz duradera en Colombia” realizado por el Fondo de Población de las Naciones Unidas en Julio de 2016, en Colombia, cerca de 13 millones de personas se encuentran en el rango 14 - 28 años, constituyendo el 27% de la población colombiana. El gasto total (nacional y territorial) en adolescencia y juventud equivale al 2.9% del PIB. El sector que destina mayores recursos específicamente para jóvenes es educación (40,8% del presupuesto nacional). A pesar de que la educación es el sector donde más se invierte, aun subsisten grandes brechas en el acceso y la calidad de la educación entre los jóvenes. Aquellos que viven en zonas rurales acceden un 24% menos a educación secundaria y media que los de zonas urbanas. 13,5% de estudiantes no terminan la primaria y 30,9% de adolescentes no terminan la secundaria. 13% de los adolescentes que terminan la secundaria no continúan en grado 10° y el 11,3% de quienes presentan pruebas SABER 11° no ingresan a educación superior (Planeación, 2014).

Desde otra orilla, la del mercado, se observa desde hace una década un crecimiento sostenido de las TIC y una mayor participación de este sector en la economía nacional. El número de profesionales de tecnología que demandan las empresas colombianas es mucho mayor que el de profesionales disponibles en el país, según datos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones el déficit de profesionales en esa área será de casi setenta mil personas en el año 2020 (Ministerio TIC, 2016).

En este panorama surge la necesidad de elaborar una propuesta orientada a la incorporación de TIC en el aula de clase que fomente la capacidad emprendedora de los niños. El desafío de estructurar tal programa dirigido a estudiantes de educación básica y media surgió con dos objetivos específicos: i) Estudiar los referentes teóricos y pragmáticos alrededor de la inclusión de TIC en el aula de clase y ii) Proponer un esquema de formación que estimule la capacidad emprendedora de los niños y las conecte con las necesidades del territorio.

El proceso inició con una revisión literaria alrededor de los procesos de incorporación de tecnologías de la información y las comunicaciones –TIC- en el aula de clase así como de las dinámicas y las posibilidades de fomento al emprendimiento en los niños desde las instituciones educativas. Se revisaron, además, experiencias internacionales en estos temas a fin de contar con referentes teóricos y empíricos para avanzar en la estructuración de una propuesta sustentada desde lo técnico y pertinente desde un enfoque territorial.

En el plano instrumental, se realizó el análisis de cursos de programación y de construcción de contenidos digitales junto con talleres de robótica; se contó con la asesoría de instructores, mentores y profesionales de éxito del mundo de la tecnología que compartieron sus experiencias.

Más allá de prepararlos para un mercado laboral cada vez más imbricado con la tecnología, la programación permite a los niños desarrollar competencias de pensamiento lógico, resolución de problemas complejos, recursividad y coherencia narrativa. La propuesta que se realiza, no pretende únicamente enseñar a programar a los niños, sino estructurar esquemas de intervención que promuevan el desarrollo de habilidades y capacidades para que puedan, a partir de ellas, pensar, aprender y emprender.

Construcción de Paz y Emprendimiento

La construcción de paz es un concepto que abarca, genera y sostiene el conjunto total de procesos, aproximaciones y estados necesarios para transformar los conflictos en relaciones sostenibles y pacíficas. Esta serie de procesos no comienzan a existir luego del cese de hostilidades, sino que suceden antes, durante y después del mismo (Cortes, 2015).

(Crocker, 2001) afirma que la literatura ha convergido en la necesidad de promover las actividades de emprendimiento para la construcción de paz. Los estudios de International Alert (Rettberg, 2008) recalcan el papel de los emprendimientos locales como actores que pueden reconstruir el Capital Social a través de la participación en actividades económicas conjuntas, además, los negocios se convierten en uno de los escenarios en donde personas con diferencias encuentran un lenguaje y propósito. De igual manera, los procesos de reintegración económica y emprendimiento son mecanismos para la construcción de paz a través de la construcción de agenda pública local que tenga en cuenta la participa-

ción de las comunidades (Vargas F. Gonzalo, 2001). Así mismo, el gobierno colombiano a través de la Política Nacional de Reintegración Social y Económica (PRSE) le apuesta a la construcción de escenarios de reconciliación y convivencia locales, en el marco de la reintegración de desmovilizados a la vida civil. Lo anterior da cuenta de las posibilidades del emprendimiento entendido como la capacidad transformadora de las personas en un nuevo escenario de pos-acuerdo como el que se está viviendo en Colombia y que sin duda demandará una actitud proactiva, propositiva y resiliente de la sociedad, características comunes en los emprendedores.

Metodología:

La investigación partió de un enfoque metodológico mixto, donde la unidad de análisis fueron los docentes de instituciones educativas públicas de municipios caucanos ubicados en zonas tradicionalmente afectadas por la violencia y con altos índices de desempleo y escasez de oportunidades para los jóvenes (Tabla 1)

Se realizó una recolección y análisis de datos que, combinados, permiten llegar a un mejor entendimiento del problema de investigación (Creswell & Plano Clark, 2007). Esta aproximación es ampliamente utilizada en las ciencias sociales (Pereira, 2011) y muy útil para la investigación en educación pues posibilita una comprensión profunda de los fenómenos en observación (Sabino, 2014).

En el plano instrumental, se practicó una encuesta semiestructurada a una muestra representativa de cuarenta y cinco (45) docentes de los noventa (90) que, en el primer periodo académico de 2016, habían desarrollado o estaban desarrollando componentes de formación haciendo uso de herramientas tecnológicas (Tabla 1).

Tabla 1*Municipios y número de participantes en la elaboración de la propuesta*

Municipio	Docentes Participantes
Argelia	2
<u>Cajibío</u>	4
El Tambo	4
Inzá	3
La Sierra	6
Mercaderes	5
Piendamó	3
Rosas	5
Santander de Quilichao	8
Timbío	5
Total	45

Las preguntas y las opciones de respuesta en las encuestas se desarrollaron conforme a la revisión de los documentos institucionales referentes al emprendimiento y su pedagogía, así como de la literatura sobre competencias, conceptos y factores clave. Con la información recolectada, el equipo investigador sistematizó la información y preparó el trabajo de campo que fue realizado de manera individual con entrevista personal con cada docente.

Discusión de resultados

Desde la perspectiva teórica, es importante revisar componentes que permiten ubicar la investigación en los frentes de i) la formación en emprendimiento a través de TIC, para comprender los aportes que se pueden generar a la construcción de territorio, y ii) los programas de formación en Aprendizaje Basado en Problemas ABP, y Basado en Proyectos – ABPr-, como herramientas que promueven la actitud crítica de los estudiantes y catalizan procesos de emprendimiento conectados con el desarrollo territorial (Frontado, 2018).

a. La formación en emprendimiento

En el ámbito latinoamericano, la formación en emprendimiento está cobrando fuerza en virtud de las apuestas regionales por fomentar el desarrollo por la vía del crecimiento económico y la transformación social. Para el caso colombiano existe un creciente interés en este tipo de formación, comprendiendo todas las actividades destinadas a fomentar la mentalidad, actitudes y habilidades emprendedoras y que abarcan una gama de aspectos como la generación de ideas que pudieran dar origen a una nueva organización, la implementación o puesta en marcha, el crecimiento de la organización y la innovación (Núñez & Núñez, 2016). Esto adquiere particular importancia en regiones con un tejido empresarial compuesto principalmente por organizaciones de pequeña escala que no son fruto de inversión extranjera, mega-fusiones o capitales golondrina sino de que encuentran su génesis en el espíritu emprendedor y búsqueda de oportunidades en su entorno cercano. En consecuencia, la formación en emprendimiento desde la institución educativa adquiere relevancia y configura su carácter transversal en virtud de la necesidad de dotar a los ciudadanos con conocimientos, habilidades y valores que les permitan fortalecer el desarrollo de las regiones como contribución al crecimiento económico y al desarrollo social del país.

Aceptar el desafío de formar emprendedores desde la escuela implica un ejercicio de imbricación por un lado, con la tradición disciplinar y formas de construcción del conocimiento en el campo pedagógico y por otro, con la necesidad de introducir miradas renovadoras que ofrezcan mejor respuesta a los problemas y necesidades de los contextos y objetivos de los distintos ejercicios de planeación territorial en Colombia, donde se destaca el emprendimiento como apuesta estratégica nacional y regional. Para Osorio & Pereira (2011), estas articulaciones intentan dar respuesta a la generación de nuevos saberes y la generación de información que requieren los individuos emprendedores, rasgos que caracterizan la formación para el emprendimiento en la era de la economía del conocimiento.

Más allá de algunas diferencias conceptuales alrededor del Emprendimiento, partimos de elementos en donde existe consenso desde la perspectiva teórica. Emprender evoca la capacidad transformadora de seres humanos creativos para construir soluciones y agregar valor a partir del aprovechamiento de oportunidades donde aparentemente no existían po-

sibilidades para hacerlo (Alvarado Muñoz & Rivera Martínez, 2011); Es la búsqueda insistente de la oportunidad, independientemente de la existencia de recursos disponibles o de la carencia de estos. Requiere de una visión, pasión y compromiso para guiar a otros en la persecución de dicha visión y de la disposición a tomar riesgos calculados (Timmons & Spinelli, 2007). A ello se suma la perspectiva de Peter Drucker, que apunta a maximizar las oportunidades, es decir, la efectividad y no la eficiencia, es la esencia del trabajo -lo que no significa desconocer la importancia de la relación costo-beneficio en el análisis de cualquier posible oportunidad- (Drucker, 1996).

Los programas de formación en emprendimiento cobran importancia académica en virtud de sus aportes no solo al desarrollo económico y social de los países, sino también a la resolución de conflictos y necesidades de orden social y especialmente, territorial (Crissien, 2011). Algunos programas tienden a lo meramente informativo sobre los rasgos que conforman este proceso y fomentan una actitud positiva hacia éste, en tanto otros enfatizan en el emprendimiento como fuente de empleo y los terceros se centran en la importancia de la transformación del entorno y el aporte a problemáticas de la sociedad. Osorio & Pereira (2011) subrayan la falta de enfoque sistémico, y arguyen al respecto que, a pesar del aumento de la literatura académica sobre el tema, la construcción de consenso en torno a los conceptos fundamentales involucrados en esta formación, ha sido lenta. Una de las razones que pudiera influir en esto, según los autores, se debe a la imposibilidad de integrar plenamente las ciencias sociales tradicionales y las miradas disciplinares del emprendimiento, así como a la tendencia de los programas de enfrentar la formación en emprendimiento de forma convencional, dentro de los paradigmas administrativos conocidos.

Lo anterior abre la discusión de las nuevas formas de concebir la influencia del emprendimiento en la sociedad, haciendo énfasis en las formas de gestar un ciudadano con capacidad transformadora y conectado con la realidad social y económica del país (Salguero et al, 2017), razón por la cual, la Escuela debe asumir el reto de analizar con espíritu crítico los modelos actuales y aportar con nuevas prácticas en un área prioritaria para el desarrollo humano y el progreso de las naciones y regiones.

Estas prácticas emergen en las conversaciones con los docentes involucrados en el desafío de incorporar TIC en la orientación de sus cátedras –especialmente la cátedra de Em-

prendimiento- dando luces alrededor de otras perspectivas que surgen desde el aula de clase. Para los docentes resulta de importancia capital el fomento de la discusión, el diálogo y la reflexión para analizar el contexto y las problemáticas percibidas por los menores. En efecto, el 90% de los docentes entrevistados perciben como un logro la emergencia de emprendimientos de tipo social (colectivos de comunicación y audiovisual), ambientales (equipos de limpieza, mantenimiento de riberas de ríos) y culturales (grupos musicales, teatro, danza). Si bien estas acciones comienzan a responder a necesidades cercanas en los entornos de los menores, se alejan de la perspectiva empresarial toda vez que no nacen con un modelo de negocio sino que buscan resolver un problema.

Todos los anteriores han avanzado en el desarrollo de ejercicios de prototipado, en donde transitaron de la idea a la práctica mediante actividades piloto que les permitieron usar la tecnología no solo para estructurar el prototipo per se sino para difundir y comunicar.

b. Programa de formación tecnológica basada en ABP y ABPR.

La utilización de la metodología Aprendizaje Basado en Problemas ABP o PBL (por sus siglas en inglés) con herramientas de tecnologías de la información integradas, permite a los estudiantes aprender de manera independiente y ser responsables por su propio aprendizaje, los ayuda a pensar de forma meta cognitiva, crítica y creativa, les da la posibilidad de adquirir habilidades esenciales tales como búsqueda de información, comunicación y desarrollar habilidades técnicas. Además, facilita el aprendizaje a nivel colaborativo y la aplicación a la vida real (So & Kim, 2013).

El propósito del Aprendizaje Basado en Problemas –ABP– es que los estudiantes ganen autonomía y sentido crítico frente a su aprendizaje y su participación en la sociedad (Formigós et al., 2017). Para ello, propone hacer del aula un escenario de experiencias y actividades que se estructuran en torno a un problema real, del presente y significativo para los estudiantes, propiciando que construyan de forma autónoma y colaborativa conocimientos en contexto.

Para Benavides (2015) la intención en el ABP no es solucionar el problema, sino conseguir comprenderlo y explicarlo desde todas las perspectivas posibles, dando valor a la capacidad de indagar y argumentar más que a calificar los resultados como aciertos o desacier-

tos. En este sentido es una metodología de enseñanza y aprendizaje que toma distancia de la educación tradicional, pues no busca que los estudiantes aprendan unos contenidos, reglas, formulas y teorías, para prepararse hacia posibles problemas futuros, sino que parte de los problemas para dar sentido al aprendizaje.

En términos generales, se destaca que el ABP se sustenta en la identificación común o en el planteamiento de un problema eje o central que anime la participación de los estudiantes en torno a su auto-aprendizaje (Correa & García, 2017). Aquí los actores de la comunidad educativa reconfiguran sus roles. Por ejemplo, el maestro pasa de ser docente a ser orientador, y los estudiantes se organizan y distribuyen responsabilidades según esto ayude a avanzar en el proceso de cada caso.

Se expresa la temática que se va a tratar y el objetivo del escrito, señalando brevemente la estructura y el contenido, así como los criterios utilizados para desarrollar el discurso. Se presenta el problema de la investigación y los conocimientos existentes sobre el tema, se explica la importancia y razones que justifican el estudio.

Lo anterior constituye un aporte al sistema educativo nacional, mejorando las competencias en pensamiento lógico y crítico en distintas disciplinas. También ha permitido la creación de una comunidad de generadores de soluciones innovadoras a las necesidades de la sociedad.

Los componentes abordados permiten una inmersión de los estudiantes al mundo de la tecnología. Un aspecto central de la propuesta es el mutuo reconocimiento, no solo entre los estudiantes sino y, sobre todo, desde las instituciones educativas. Para ello, cobra importancia que se tome en cuenta los saberes y las cosmovisiones de los estudiantes participantes y se pongan en relación con el conocimiento y competencias que se pretenden potenciar. Es en esta conjunción de ideas y saberes de mentores y acompañados, donde se puede hablar e iniciar una construcción de conocimiento a partir del reconocimiento. Un segundo aspecto es lo relacionado con las competencias comunicativas de los estudiantes. Es decir, que, durante el proceso de acompañamiento, los estudiantes adquieran las competencias para presentar, discutir y consensuar el conocimiento en construcción o construido. En este punto, es donde entran en juego elementos colaborativos, de recono-

cimiento, respeto por el otro, sentido crítico, autonomía, lo propositivo y participativo de los estudiantes.

El marco de referencia, desde lo pedagógico, son los postulados del Constructivismo y el Conectivismo. Al respecto, según (Fuentes Aravena, 2004) el Constructivismo plantea que para un proceso de aprendizaje de los estudiantes, es importante tener presente sus conocimientos previos, su desarrollo cognitivo (Piaget, 1991) y un equilibrio entre lo que ellos pueden aprender de forma autónoma y/o con la ayuda de terceros (Vigotsky, 2003). Del lado del conectivismo, se rescata la idea según la cual el conocimiento en un sujeto depende de la cantidad de buenas conexiones que él pueda establecer con otros. Esto involucra tanto el espacio físico como los entornos digitales de comunicación (Siemens, 2008).

Según lo anterior, y en el marco de las conversaciones con los docentes se revisó la batería de actividades, ejercicios, dinámicas y prácticas que se realizan con los estudiantes para la estructuración y validación de problemas del contexto. Se detectó que una vez que se desarrollan ejercicios de observación e indagación por parte de los estudiantes con sus amigos cercanos, inicia una actividad de validación de los problemas por parte de los estudiantes con los actores y agentes locales (padres de familia, vecinos, funcionarios, comerciantes) en donde se generan los espacios de reflexión y retroalimentación con los docentes a fin de posibilitar la profundización y aprendizaje alrededor de las problemáticas y alternativas de solución. De acuerdo a las iniciativas y categorías seleccionadas se identifican expertos para que no solo interaccionen con los niños, sino que también propicien la circulación de conocimiento entre todos los actores. Esta red o comunidad que discute, reflexiona y propone soluciones a través de prototipos se denomina SuperDesarrolladores.

c) Revisión de programas que incorporan TIC en el aula para Colombia.

La investigación identificó nueve (9) programas que promueven la incorporación de TIC en el aula de clase y que actualmente están en desarrollo en diferentes regiones del país. La presente tabla resume los resultados y características de cada programa:

Tabla 2
Programas que promueven la incorporación de TIC en el aula de clase

Nombre del Programa	Organización y línea de trabajo
Code.org®	Code.org cuenta con el respaldo de empresas de tecnología como: Amazon, Facebook, Google, Infosys Foundation, Microsoft. Proporciona el plan de estudios líder para informática en los distritos escolares de los Estados Unidos (Popović, Korolija, Marković, & Bojić, 2017).
Coderise	Coderise ofrece todas las habilidades, herramientas y conexiones necesarias para desarrollar todo su potencial. Durante nueve semanas los estudiantes de Coderise aprenderán a conceptos sobre computación y desarrollo de software, enfocado a aplicaciones web.
Programa Ondas	Estrategia del Departamento administrativo para la ciencia, tecnología e innovación COLCIENCIAS para el fomento de una cultura ciudadana y democrática en CTel en la población infantil y juvenil colombiana a través del uso de NTIC (Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación); se fomentan espacios de apropiación social del conocimiento científico (Pedro, Ramón, & López López, 2017).
Creemos - SmartSchool	Iniciativa de Samsung, que genera una forma diferente de aprender propiciando ambientes de aprendizaje dotados con tecnología como tabletas, tableros inteligentes y nuevos contenidos educativos digitales (Gallo, 2017).
Nómada - SmartSchool	Iniciativa de Samsung que permite que los niños, descubran un nuevo mundo a través de la tecnología, aprendiendo, creando, innovando y divirtiéndose con tecnología móvil, cubriendo temas curriculares, pasando por las competencias del siglo XXI y llegando a trabajar en reconciliación y valores ciudadanos para la paz.
Clubes de Ciencia Colombia	Alianza entre el Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA- y el Departamento administrativo para la ciencia, tecnología e innovación - COLCIENCIAS- que expande el acceso a educación científica de la más alta calidad y motivar a la siguiente generación de científicos, tecnólogos e innovadores del país mediante la creación de redes de talento internacional (Correa & García, 2017).
Yo Puedo Programar	Iniciativa de Microsoft en alianza con Code.org® que tiene por objetivo acercar a los jóvenes entre 11 y 25 años a los principales conceptos de programación, buscando motivar a los jóvenes a realizar talleres de programación gratuitos para que desarrollen destrezas, puedan innovar y abrir sus horizontes creativos.
Los Panitas de Rolando	Grupo de 120 niños, niñas y jóvenes entre grados sexto y décimo, que aprenden el arte de la programación, Aplicaciones de escritorio, desarrollo web, arduino, internet de las cosas y aplicaciones móviles.
Piensa en Grande	Programa de la Fundación Telefónica, Colombia. A través del uso de TIC desarrolla competencias y habilidades que promueven el espíritu emprendedor en jóvenes de 14 a 18 años para que se conviertan en ciudadanos responsables.

La revisión de cada uno de estos programas se realizó siguiendo tres criterios: i) que se hayan desarrollado en Colombia, ii) que tengan un componente TIC dentro de los procesos de formación/capacitación, y iii) que involucren niños, niñas y jóvenes. Esta revisión permitió el análisis holístico y ecléctico de los elementos y variables de mayor impacto en los participantes a fin de estructurar una propuesta con alto nivel de pertinencia desde el ámbito territorial.

SuperDesarrolladores: La propuesta.

En la búsqueda de un programa que posibilite procesos de transformación de territorio desde la infancia y la juventud haciendo uso de herramientas TIC en el aula de clase, se llega a uno de los resultados de mayor relevancia en esta investigación: La estructuración de una propuesta de trabajo que permita el desarrollo de competencias TIC articuladas a un proceso de transformación del territorio desde la perspectiva local.

En este orden de ideas, la encuesta realizada a los docentes de instituciones educativas del departamento del Cauca que participaron en alguno de los programas de incorporación de TIC en el aula de clase, arrojó datos para la compilación de una propuesta que comprende cuatro frentes TIC: Desarrollo web, Desarrollo móvil, Videojuegos y Robótica; estos componentes promueven la realización sistemática de una reflexión grupal en torno a las dificultades del aprendizaje y enseñanza de la programación y algoritmia como estrategia de mejoramiento continuo (Estrella, 2016). Los componentes resultan de las preferencias de los participantes y del interés en la asistencia en cada uno de estos frentes.

Fase de Contexto				
Sesiones de comprensión, reflexión y debate sobre los problemas del contexto				
Componente	Desarrollo web	Desarrollo móvil	Desarrollo de videojuegos	Robótica
Descripción/ Competencia	Apropiar capacidades básicas en el desarrollo de portales web.	Adquirir capacidades básicas en el desarrollo de aplicaciones móviles.	Adoptar capacidades básicas en el desarrollo de juegos.	Desarrollar capacidades básicas en el manejo de hardware.
Herramientas	HTML, CSS, JavaScript	IONIC Creator (iOS), App Inventor (Android).	Construct2	Arduino
Laboratorio de Creatividad e Innovación Prototipos				
Espacios de difusión e interacción para la transformación				

Figura 1: Plan de formación del programa SuperDesarrolladores

a. **Desarrollo de aplicaciones web:** el área de desarrollo de aplicaciones web consta de tres temáticas,

- HTML5: lenguaje de marcado para establecer la estructura y contenido de una página web, en su quinta versión agrega nuevos elementos para que las páginas web sean más interactivas y dinámicas, proporcionando a los estudiantes un conjunto amplio de herramientas para que estos creen páginas de manera sencilla e intuitiva (Beati, 2016).
- CSS3: hojas de estilo en cascada con un sintaxis sencilla que permite especificar la presentación y estilos de un documento HTML, permitiendo que la visualización de la página web sea agradable para los usuarios (Goldstein & Lazaris, 2011).
- JavaScript: lenguaje de programación interpretado para la implementación de la lógica de aplicación web del lado del usuario, componente lógico de HTML (Alberto, 2017)

b. Para el desarrollo de aplicaciones móviles, se privilegia el uso de la herramienta AppInventor para el desarrollo de aplicaciones móviles en Android a través de un lenguaje basado en bloques. Lo anterior permite que el estudiante desarrolle aplicaciones básicas y avanzadas de manera visual e interactiva (Pedro et al., 2017).

c. Desarrollo de videojuegos, consta de un curso utilizando Construct2, herramienta software para la creación de juegos 2D que no requiere una programación avanzada, se puede diseñar y desarrollar un juego de manera visual y orientada a eventos (Dillon, 2014)

d. Robótica, los proyectos de robótica con sentido social, brindan soluciones creativas a problemáticas para las personas en condición de discapacidad, agricultores, estudiantes, detección de minas antipersona, opciones de alimentación para mascotas, manejo correcto de los residuos sólidos, y desinfección de aguas, entre otros.

Se identificó la capacidad y el interés de los participantes por desplegar las capacidades adquiridas en sus entornos cercanos. En este sentido, el emprendimiento se concibe no solo desde la perspectiva empresarial, sino que comprende el conjunto de habilidades para transformar el contexto, aportando en la solución de las problemáticas detectadas en el entorno. En este orden de ideas, las sesiones de trabajo incorporan principios Lean StartUp, según (Ries, 2017) esta metodología permite estructurar productos a partir de los ciclos de desarrollo adoptando una combinación de experimentación impulsada por hipótesis para medir el progreso, lanzamientos de productos iterativos a fin de obtener valiosa

retroalimentación de la sociedad y aprendizaje validado para medir cuánto se ha aprendido. En virtud de lo anterior, la herramienta a través de la cual se operativiza el componente de emprendimiento, es el prototipo como versión inicial y aporte a la solución de las problemáticas detectadas en el entorno. Este prototipo es estructurado usando las herramientas TIC, es decir, la problemática del entorno que detectaron los menores se comunica, se difunde y se apropia a través de un desarrollo web, un videojuego, una aplicación móvil o un robot construido con hardware –arduinos–.

A la fecha, se han realizado pilotos con esta nueva propuesta en diez (10) instituciones educativas en igual número de municipios del Departamento del Cauca. Los avances en términos de permanencia de los niños a lo largo del programa son alentadores dado que el 100% de los participantes que inician el programa lo culminan. Las entrevistas que se han realizado dan cuenta del alto grado de interés y la motivación por adquirir este tipo de conocimientos y del poder de la lúdica que ha permitido romper barreras socioculturales que alejaban a los estudiantes del mundo de la tecnología.

Conclusiones

Con la incorporación de la metodología y el desarrollo de las sesiones de trabajo, los estudiantes despliegan habilidades y competencias tales como: i) colaboración, planeación de proyectos, comunicación, toma de decisiones y manejo del tiempo (Blank, 2013), ii) aumentan la motivación. Se registra un aumento en la asistencia a la escuela, mayor participación en clase y mejor disposición para realizar las tareas, iii) integran el aprendizaje en la escuela y la realidad, los estudiantes retienen mayor cantidad de conocimiento y habilidades cuando están comprometidos con proyectos estimulantes. Mediante los proyectos, los estudiantes hacen uso de habilidades mentales de orden superior en lugar de memorizar datos en contextos aislados, sin conexión.

Dado que el programa se lleva a cabo en diez (10) municipios caucanos en donde el conflicto armado ha estado presente en las últimas décadas, la expectativa de niños, niñas y jóvenes es bastante alta. El programa constituye no solo la posibilidad de adquirir conocimientos de utilidad en el corto plazo, sino que permite una articulación más fluida con los programas técnicos, tecnológicos y universitarios relacionados con áreas de las tecnolo-

gías de la información –TI-. En este orden de ideas, se despliega un amplio portafolio de oportunidades para los niños, niñas y jóvenes.

La propuesta de formación resultante de esta investigación combina no solo las herramientas TIC en un proceso de formación en el aula de clase, sino que permite que los participantes exploren su entorno, detecten problemáticas y avances hacia la estructuración de prototipos que facilitan la discusión, promueven la apropiación y le permiten al estudiante un rol distinto al de observador de su territorio. Este programa que ha sido bautizado como SuperDesarrolladores es la oportunidad para que la infancia y la juventud colombiana constituya un rol de agente activo en el desarrollo de la región y del país (Alvarado Muñoz & Rivera Martínez, 2011).

Uno de los desafíos de esta propuesta es la posibilidad de incorporarse dentro de la estructura curricular de las instituciones educativas y generar impactos en términos de calidad de la educación, medida a través de las pruebas nacionales e internacionales de educación. Si bien este propósito abre nuevas líneas de trabajo, es importante concentrar esfuerzos en nuevos mecanismos y estrategias que complementen la forma en la que los estudiantes se están formando. Asimismo, el análisis longitudinal de los avances de esta propuesta permitirá a futuro el desarrollo de ajustes y mejoras a la misma.

Agradecimientos

Reconocimiento y agradecimiento especial al Cluster CreaTIC por la financiación para el desarrollo de la presente investigación, asimismo al programa de Doctorado en Desarrollo Regional e Integración Económica por sus aportes conceptuales y metodológicos.

Referencias

Alberto, A. (2017). Curso de programación Web. IT Campus Academy.

Alvarado Muñoz, O., & Rivera Martínez, W. F. (2011). Universidad y emprendimiento, aportes para la formación de profesionales emprendedores. Cuadernos de Administración (Universidad Del Valle), 27(45), 61–74. Recuperado de http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-46452011000100004&lng=es&nrm=iso

Benavides, P. (2015). Causalidad de la formación para la apropiación de las TIC en las prácticas pedagógicas de docentes de educación básica y media del suroccidente colombiano. Universidad del Cauca. Colombia

Blank, S. (2013). *The Four Steps to the Epiphany*. Menlo Park: K & S Ranch Publishing LLC.

Sánchez Correa, J., & García Folleco, M. (2017). Aprendiendo acerca del mundo de la Biotecnología,. *Revista Teinnova*, 2, 76–84. Retrieved from <http://revistas.sena.edu.co/index.php/CDITI/index>

Cortes, J. (2015). Emprendimiento, Instituciones y Construcción de Paz, 1–15. Recuperado de <http://www.urosario.edu.co/Escuela-administracion/Documentos/investigacion/proyectos/Emprendimiento-Instituciones-2016.pdf>

Creswell, J., & Plano Clark, V. (2007). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Crissien, J. O. (2011). Enseñando entrepreneurship. Creación de empresas. Estrategias pedagógicas para despertar el espíritu empresarial. *Revista EAN*, (71), 100–125.

Crocker, C., Hampson, F., y Aall, P. (2005). *Turbulent peace*. Washington, D.C.: United States Institute of Peace Press.

Dillon, R. (2014). *HTML5 Game Development from the ground up with construct2*. Taylor & Francis Group. LLC.

Drucker, P. (1996). *Drucker; su visión sobre: la administración, la organización basada en la información, la economía y la sociedad*. Bogotá D.C: Grupo Editorial Norma.

Estrella, S. (2016). Comprensión de la media por profesores de educación primaria en formación continua. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 18, 13–22. Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412016000100001&lang=pt

[Formigós](#), J., Campuzano, M., Santos, W., Kennedy, M. L., Mitre, P., Dubová, V., & Palermo, M. (2017). Uso del aprendizaje basado en problemas como elemento previo a la clase convencional. En Investigación en docencia universitaria. Diseñando el futuro a partir de la innovación educativa (pp. 520–527). Octaedro.

Frontado, Y. (2018). Metodología ABP como Herramienta Educativa Universitaria para Crear Ciudades Sustentables. Tekhne Revista De La Facultad De Ingenieria UCAB, 8, 148. Recuperado de http://books.google.es/books?id=1FpHW487784C&dq=revista+java&hl=ca&source=gbs_navlinks_s

Fuentes Aravena, A. (2004). Enfoque constructivista como teoría de conocimiento. Contextos, Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales, 12, 131–135. Recuperado de <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/viewFile/633/596>

Gallo, L. (2017). La educación en museos: Mediaciones y prácticas de enseñanza entre la experiencia y el aprendizaje en contexto. Trayectorias Universitarias, 3(5), 1–6. Recuperado de <http://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias>

Salguero Barba, N., García Salguero, C., Chiluisa Chiluisa, M., & Castro Bungacho, S. (2017). Emprendimiento, universidad y sociedad. Revista Boletín Redipe, 6(4), 218-225. Recuperado a partir de <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/238>[Goldstein](#), A., & Lazaris, L. (2011). HTML5 & CSS3 For The Real World. SitePoint Pty. Ltd.

Ministerio TIC. (2016). Informe de Gestión al Congreso de la República 2015. Ministerio TIC Colombia. Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-13320_doc_pdf.pdf

Núñez, L., & Núñez, M. (2016). Noción de emprendimiento para una formación escolar en competencia emprendedora. Revista Latina de Comunicación Social, (71), 1069–1089. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2016-1135>

Osorio, F. F., & Pereira, F. (2011). Hacia un modelo de educación para el emprendimiento: una mirada desde la teoría social cognitiva. *Cuadernos de Administración*, 24(43), 12–33.

Pedro, J., Ramón, M., & López López, J. A. (2017). El desarrollo de una aplicación móvil como herramienta para atender a la diversidad del alumnado. *Tecnología Accesible e Inclusiva: Logros, Resistencias y Desafíos*, 1–11. Recuperado de <http://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/tecno2017/doc/c06.pdf>

Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15–29.

Piaget, J. (1991). *Seis estudios de psicología*. Barcelona: Labor. SA.

Planeación, D. N. de. (2014). *Conpes 173: Lineamiento para la generación de oportunidades para los jóvenes*. Bogotá D.C. Recuperado de http://www.colombiajoven.gov.co/atencionaljoven/Documents/CONPES_173.pdf

Popović, J., Korolija, N., Marković, Ž., & Bojić, D. (2017). Developing algorithmic skills of pupils in Serbian schools using code.org materials. In 2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR). Serbia: IEEE. <https://doi.org/10.1109/TELFOR.2017.8249483>

Rettberg, A. *Explorando el dividendo de la paz: Impactos del conflicto armado en el sector privado colombiano- Resultados de una encuesta nacional (2008)*. Ediciones UNIANDÉS. Recuperado de <http://faciso.uniandes.edu.co/ceso%5Cnhttp://ediciones.uniandes.edu.co>

Ries, E. (2017). *The Startup Way: How Modern Companies Use Entrepreneurial Management to Transform Culture and Drive Long-Term Growth*. Currency.

Sabino, C. (2014). *El Proceso de Investigación*. Bogotá D.C: Editorial Panamericana.

Siemens, G. (2008). New structures and spaces of learning: The systemic impact of connective knowledge, connectivism, and networked learning. Documento presentado en Universidade do Minho, Portugal. Encontro sobre Web 2.0, Braga, Disponible em http://elearnspace.org/Articles/systemic_impact.htm

So, H.-J., & Kim, B. (2013). Learning about problem based learning: Student teachers integrating technology, pedagogy and content knowledge. *Australasian Journal of Educational Technology*, 25(1), 101–116. <https://doi.org/10.1080/13502930802689012>

Timmons, J. A., & Spinelli, S. (2007). *New Venture Creation. Entrepreneurship for the 21st Century*. New York: McGraw-Hill.

Vargas F. Gonzalo. (2001). Hacia una teoría del capital social. *Revista de Economía Institucional*, 4 No. 6(6), p71-108. Recuperado de <http://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/241>

Vigotsky, L. (2003). *Imaginación y creación en la edad infantil*. Buenos Aires: Populibros. Nuestra América.

7

Desarrollo de competencias ciudadanas y tecnológicas para la prevención de acciones negativas frente al mal uso de las tics. “padres 2. 0”

Rafael Y. Sillé Rodríguez – Liliana Oliveth Socarraz Berty – Alvaro José Cotes Toro

Universidad Antonio Nariño – Semillero de Investigación SIECTIS

Riohacha La Guajira Colombia

Sobre los Autores:

Rafael Yesid Sillé Rodríguez. Laboral: Docente Institución Educativa Julia Sierra Iguarán, Docente Tutor Ministerio de Educación Nacional Programa Todos a Aprender año 2013 al 2016, Director Centro Etnoeducativo Puerto Nuevo año 2010 al 2012. Formación Académica: Lic. En Educación Básica con Énfasis en Tecnología e Informática – UAN- En curso año 2018, Normalista Superior – Normal de Uribe año 2008, Bachiller Pedagógico año 2006. Otros Estudios: Seminario de formación para orientadores escolares en TI- UniCesar 2017, Inducción a procesos pedagógicos SENA 2012, Diplomado Un Nuevo Maestro Para Una Nueva Educación Cormilenio 2010, Las NTICS Aplicadas a la Formación año 2010, Menciones de honor y Participación en Ponencias: Reconocimiento Programa Todos A Aprender año 2015 y 2013, Ponente en Foro Educativo Nacional de Evaluación 2008, Ponente VirtualEduca 2013.

Correspondencia: rsille@uan.edu.co

Liliana Oliveth Socarraz Berty. Laboral: Docente: Universidad de La Guajira 2014–Actual, Universidad Antonio Nariño 2012–Actual, Secretaría de Educación Municipal 2014–2016, Servicio Nacional de Aprendizaje Sena 2009, Diócesis de Riohacha- Educación contratada 2008–2014, Ingeniera de sistemas: Institución Educativa Helión Pinedo Ríos 2007–2008. Formación Académica: Ingeniera de sistemas, 2006. Esp. En Administración

de la informática Educativa, 2011. Mg en Gestión de la Tecnología Educativa 2016. Otros Estudios: Diplomado en Docencia universitaria, 2013. Menciones de honor y Participación en Ponencias: Evaluadora II Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación 2017, Ponente, II encuentro internacional de investigación y extensión denominado “política de extensión y el sector productivo para el desarrollo de la paz en Colombia” 2016, Congreso Internacional de Educación, Tecnología y Ciencia CIETyC, 2016, Ponente, XXIII Congreso Internacional sobre Educación Bimodal “Las Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Interculturalidad, aplicadas a la formación académica de las escuelas indígenas rurales”, 2017.

Correspondencia: losocarraz@uan.edu.co

Alvaro José Cotes Toro. Laboral: Docente: Universidad de La Guajira 2017–Actual, Universidad Antonio Nariño 2015–Actual. Formación Académica: Ingeniero metalúrgico, 2008. Esp. En pedagogía para la docencia universitaria, 2014. Maestrante en Gerencia en proyecto de investigación y desarrollo. Otros Estudios: Diplomado en Docencia universitaria, 2013.

Correspondencia: baro_0925@uan.edu.co

Resumen

Desde el análisis del uso de las nuevas tecnologías en la práctica diaria de toda la comunidad educativa, y los puntos a favor o en contra identificados en el manejo de estas tecnologías para el desarrollo integral de la sociedad, se genera la siguiente propuesta con el fin de preparar a los actores involucrados en los procesos de formación que se llevan dentro y fuera de las aulas. Se plantean entonces estrategias específicas según las necesidades particulares del contexto, guiadas por profesionales según su área de trabajo, con el fin de atacar, apoyar y prevenir acciones en el mal manejo de las TICS que alteren el orden social y vaya en contra de los principios fundamentales de la ética y moral, llevando así a que los jóvenes adopten conductas de agresores, víctimas o espectadores de estos comportamientos.

Se entiende entonces que para prevenir estas situaciones dentro del aula es importante concientizar y formar a toda la comunidad educativa, tanto como directivos, docentes, alumnos, padres o acudientes, en las competencias ciudadanas y tecnológicas, para ser todos los que velen por el buen uso de las TICS

en el desarrollo académico e integral de los alumnos.

Palabras Claves: Escuela, Familias, Inclusión, Prevención, TICS.

Development Of Citizenship And Technological Competences For The Prevention Of Negative Actions Against The Misuse Of Tics. "Parents 2. 0"

Abstract

From the analysis of the use of new technologies in the daily practice of the entire educational community, and the points for or against identified in the management of these technologies for the integral development of society, the following proposal is generated in order to prepare the actors involved in the training processes that take place inside and outside the classroom. Specific strategies are then proposed according to the particular needs of the context, guided by professionals according to their area of work, in order to attack, support and prevent actions in the mishandling of ICTs that alter the social order and go against the principles fundamentals of ethics and morals, thus leading young people to adopt behaviors of aggressors, victims or spectators of these behaviors.

We understand then that to prevent these situations in the classroom it is important to raise awareness and educate the entire educational community, as well as managers, teachers, students, parents or guardians, in citizenship and technology competencies, so that we are all those who ensure the good use of ICT in the academic and integral development of students

Keywords: School, Families, Inclusion, Prevention, Tics.

Introducción

El uso de la tecnología es un tema recurrente en todos los ámbitos de la vida, hoy en día se usa en cualquier tarea o actividad que se hace, sea desde la más sencilla a la más compleja, así como el mundo va abriéndose a la creación de nuevas herramientas tecnológicas, el hombre va adaptándose a ellas para aceptarlas en su cotidianidad, y desde este punto es donde recorren los diferentes debates de cómo estas están afectando el comportamiento y forma de percibir el entorno, algunos se atreven a afirmar que la tecnología hacen a la persona más inconscientes y perezosos, así como también hay diálogos donde se estiman que el intelecto o capacidad de razonar esta siento afectada por el facilismo que esta brinda al convertir las tareas que se consideraban complejas en el pasado en acciones resueltas solo con un clic, también encontramos defensores de estas herramientas quienes que presentan un sin números de beneficios disponibles gracias al uso de ellas, pero en ciencia cierta se debe decir que lo real y palpable es que la tecnología y sus avances están aquí y son parte de la realidad, depende del hombre el cómo aprovecharlas o dejar que ellas afecten negativamente la realidad.

Desde este sentido en el ámbito educativo los sistemas de educación del mundo se están adaptando para hacer parte de esta era tecnológica y ofrecerle a la sociedad ciudadanos competentes en el buen uso de estas herramientas, La brecha digital puede ser subsanada paulatinamente a través de la educación, pero si un país presenta un déficit de formadores TIC, esto disminuye los espacios colectivos para fortalecer las capacidades de la comunidad en lo concerniente a la apropiación de tecnologías de información y comunicación. (Echeverría, 2009).

Sin embargo, para que un bien cultural o educativo, como es el caso de la alfabetización digital, sea valioso para una comunidad o un grupo social, como el constituido por los padres de familia, tiene que responder a las necesidades, expectativas y valores de los usuarios potenciales. Por el contrario, si la expansión del uso de las TIC fuera percibida como una amenaza para una cultura o grupo social determinado, la apropiación social difícilmente tendría posibilidades de éxito y enfrentaría grandes dificultades (Echeverría, 2009).

Desde acá es donde se comprende que son muchos los lugares donde los objetivos de esta nueva educación no están alineados con los propósitos generales inicialmente planteados, ya sea por falta de personal capacitados en estas áreas o por falta de instalaciones adecuadas para la enseñanza integral de las mismas, en un caso más específico en Colombia se ha querido establecer directrices ministeriales que permitan la inclusión tecnología y formación de ciudadanos competente en estos temas, pero por las razones inicialmente descrita esto no se ha logrado cumplir a pesar de los esfuerzos realizados, son muchas las zonas del país que presentan falencias en infraestructura, conectividad, recursos tecnológicos y sumándole a estos barreras ideológicas o culturales que perciben la tecnología como una amenaza directa a unas costumbres étnicas que conlleva a la pérdida de la identidad cultural, como en el caso la cultura wayuu (Departamento de la Guajira).

Ahora bien, gracias a estos temores culturales o estas falencias en infraestructuras y demás acondicionamiento para el desarrollo de habilidades tecnológicas, está latente un tema más preocupante que estos, los cuales radican en que si el sistema educativo no está dispuesto o no cuenta con los recursos necesarios para enseñar a las nuevas generaciones sobre el uso de las TICS, ellos están completamente dispuesto a aprender por si solos y buscar otras formas individuales de entrarse a esta era moderna de avances en la información, y es aquí donde nace el mayor miedo, pues que están aprendiendo los jóvenes sobre estos temas o como lo están aprendiendo, o más importante aún, están realmente preparados para adentrarse en estos nuevos conocimientos, es común ver a los jóvenes hoy en día con aparatos tecnológicos como los es los teléfonos celulares inteligentes, los cuales les permite un acceso directo a cualquier tipo de información que exista en la internet, así mismo el uso de las redes sociales, muy populares entre estos jóvenes, pues es la forma más frecuente en que se comunican actualmente, pero existe una realidad visible, nadie los preparo o está preparando para el buen uso de estas herramientas, pues son ellos que a través de su experiencia particular los que se sumergen en la era tecnológica. A simple vista esto no se ve tan malo, pues el que los jóvenes quieran estar a la vanguardia en estos temas por si solos, ya que el sistema educativo carece de esos recursos para instruirlos, se puede catalogar como una buena iniciativa de superación y autoaprendizaje, aun así la realidad que se vive da cuenta de otra cosa, al contar con situaciones lamentables en la comunidad juvenil de hoy, pues es

bien sabido que esta etapa de la adolescencia las personas se encuentran confundidos por muchos factores, desde los cambios físicos a los cambios emocionales, y es desde aquí donde el problema emerge, y se han identificados casos de suicidios, de violaciones a la privacidad, del muy famoso bullying, entre otros, todos causado por el mal uso de las redes sociales, pues si no hay supervisión, la vulnerabilidad aumenta para estos jóvenes. En las instituciones del país encontramos casos concretos de estas situaciones, las cuales van aumentando mientras no se tome medida de protección y formación para los estudiantes, es más triste saber que ni los padres, ni los docentes, ni el gobierno está sabido de lo que está pasando detrás de una pantalla con los jóvenes, en este punto se resalta la responsabilidad de los padres, pues al excusarse de que no tienen manejo de estas tecnologías, desconocen lo que sus hijos están pasando y el peligro al que se enfrentan en muchas de estas situaciones, así mismo la observación va para las escuelas y los docentes, que tampoco tienen seguimientos puntuales de estas tecnologías y su uso en los alumnos que atienden, por lo contrario caen en el error de la prohibición en su uso, cuando lo que se necesita es la capacitación y formación para su buen uso.

El llamado sería entonces desde rol educativo y formativo a intervenir en el manejo y buen uso de estas herramientas tecnológicas, con el fin de proteger y cuidar a los jóvenes que se atiende diariamente, el docente debe formar en nuevas tecnologías desde su quehacer profesional, además de alertar a los jóvenes sobre los peligros que apremian estas herramientas si su uso no es el adecuado, todo esto se lograra inicialmente con una adquisición de estas habilidades por parte del docente y luego de la apropiación de las misma en las actividades cotidianas dentro y fuera del aula, así mismo a través de un análisis cuidadoso del comportamiento individual de cada alumno, con el fin de detectar la aparición de un posible problema con relación a estos temas, además el trabajo con los padres y toda la comunidad educativa también es sumamente necesario, pues se debe entender que la responsabilidad de cuidar, proteger y formar a los jóvenes es uno de los objetivos educativos, familiares y sociales latentes, y esto se hará siempre y cuando se oriente o guie en el manejo adecuado de las tecnología, mas no prohibiendo y negando la oportunidad de conocer el mundo e interactuar de la forma en que la modernidad lo permita.

Metodología

Para esta investigación no se pretende únicamente abordar o construir marcos teóricos que permita entender el problema, sino además adentrarse en él y a través de acciones concretar generar cambios sociales desde los roles involucrados, por lo que la metodología más acertada en esta propuesta se enfoca en la investigación – acción, donde encontramos a autores como Elliott, quien es el principal representante de la investigación-acción desde un enfoque interpretativo define la investigación-acción en 1993 como «un estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma». La entiende como una reflexión sobre las acciones humanas y las situaciones sociales vividas por el profesorado que tiene como objetivo ampliar la comprensión (diagnóstico) de los docentes de sus problemas prácticos. Las acciones van encaminadas a modificar la situación una vez que se logre una comprensión más profunda de los problemas. Con Kemmis (1984) la investigación-acción no sólo se constituye como ciencia práctica y moral, sino también como ciencia crítica. Para este autor la investigación-acción es: [...] una forma de indagación autorreflexiva realizado por quienes participan (profesorado, alumnado, o directivos, por ejemplo) en las situaciones sociales (incluyendo las educativas) para mejorar la racionalidad y la justicia de: a) sus propias prácticas sociales o educativas; b) su comprensión sobre los mismos; y c) las situaciones e instituciones en que estas prácticas se realizan (aulas o escuelas, por ejemplo).

Teniendo en cuenta la naturaleza de la metodología de esta investigación, se realiza acciones específicas que permitan el desarrollo de la propuesta a través de sus diferentes fases y la obtención de información para comprender el problema y atacarlo, las cuales se agrupan en:

Entrevistas: (Estructuradas y no estructuradas), desde el acercamiento mismo a la realidad que se vive dentro del contexto a intervenir, se supone entonces esta técnica eficaz directa de recolección de información como parte fundamental de la propuesta, pues permite obtener desde un acercamiento personalizado datos concretos tomados directamente de los involucrados, los cuales serán llevados a su análisis pertinente con el objetivo de entender la realidad y programar estrategias de intervención claras y puntuales

a la necesidades específicas de la situación. La entrevista puede ser uno de los instrumentos más valiosos para obtener información, se puede definir como “el arte de escuchar y captar información”, Münch, Lourdes (1988:61), esta habilidad requiere de capacitación, pues no cualquier persona puede ser un buen entrevistador.

Observación: La observación es la acción de observar, de mirar detenidamente, en el sentido del investigador es la experiencia, es el proceso de mirar detenidamente, o sea, en sentido amplio, el experimento, el proceso de someter conductas de algunas cosas o condiciones manipuladas de acuerdo a ciertos principios para llevar a cabo la observación. Observación significa también el conjunto de cosas observadas, el conjunto de datos y conjunto de fenómenos. En este sentido, que pudiéramos llamar objetivo, observación equivale a dato, a fenómeno, a hechos (Pardinas, 2005:89). En opinión de Sabino (1992:111-113), la observación es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes sería imposible rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente y agrega: La observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación. La observación es directa cuando el investigador forma parte activa del grupo observado y asume sus comportamientos; recibe el nombre de observación participante.

Grupo de discusión: El libro “Metodología de la investigación educativa” nos da una explicación exacta de lo que es un grupo de discusión, el cual va acorde a los propósitos generales de este proyecto, en este sentido el autor nos dice que; “Grupo de discusión o grupo de enfoque, es una técnica cualitativa que recurre a la entrevista realizada a todo un grupo de personas para recopilar información relevante sobre el problema de investigación”. Los grupos de discusión son una técnica de investigación grupal, es cualitativa, es decir su objetivo es entender problemas sociales concretos, es grupal, estudiará a más de una persona y como herramienta básica emplea esencialmente el diálogo y conversación entre las personas.

Conformación de equipo interdisciplinario de apoyo (Docentes, psicólogos, enfermeras, trabajadores sociales, etc.): Luego de obtener la información requerida para la comprensión del problema, se generas acciones concretas para dar solución o lograr mejorar las

condiciones básicas iniciales de la situación hallada, por lo que se conforma un equipo interdisciplinario de apoyo o atención para atender los casos según su clasificación, en este sentido los docentes, directivos y comunidad en general estará respaldado por profesionales en la psicología, medicina, trabajo social, pedagogos, orientadores, entre otros.

Capacitaciones a docentes y a padres sobre el uso de las TICS: Si uno de los objetivos es que todos comprendan el problema latente, se hace indispensable que se capacite en competencias básicas del uso de las TICS, de esta forma todos tendrán un conocimiento más amplio del tema y además podrán ser parte de las actividades de control, supervisión y seguimiento en el manejo que le dan los jóvenes a estas herramientas.

Atención directa a estudiantes: En las acciones concretas se mantiene la necesidad de identificar los problemas particulares de los estudiantes y de esta forma atenderlos de forma directa según sus necesidades específicas.

Inclusión de las TICS en las practicas docentes.

Talleres de formación para alumnos, padres y docentes.

Análisis de resultados o Desarrollo

Para entender el problema trabajado se hace indispensable abarcar conceptos, postulados y referencias de propuestas anteriormente formuladas, que nos permitan tener una base teórica clara y precisa para el buen desarrollo de los objetivos establecidos, para esto presentamos a continuación la siguiente información:

De acuerdo con los expertos, las redes sociales son sistemas o estructuras sociales en los que se realiza un intercambio entre sus miembros, y de los miembros de una red con los de otra, que puede ser otro grupo u otra organización. Esta comunicación dinámica permite sacar un mejor provecho de los recursos que poseen los miembros de estas redes.

Los individuos o miembros son llamados “actores” o “nodos” en las publicaciones que detallan el funcionamiento de las redes sociales, y se llama “aristas” a las relaciones entre

ellos. Las relaciones entre los miembros de las redes sociales pueden girar en torno a un sinnúmero de situaciones tales como el intercambio de información, el financiero, o simplemente la amistad o las relaciones amorosas. Las redes sociales en Internet han ganado su lugar de una manera vertiginosa convirtiéndose en promisorios negocios para empresas y sobretodo en lugares para encuentros humanos.

Para comprender un poco este fenómeno en crecimiento presuroso cabe citar en principio alguna definición básica que nos permita comprender que es una red social, cómo funcionan en Internet y algunas nociones sobre su historia.

“Las Redes son formas de interacción social, definida como un intercambio dinámico entre personas, grupos e instituciones en contextos de complejidad. Un sistema abierto y en construcción permanente que involucra a conjuntos que se identifican en las mismas necesidades y problemáticas y que se organizan para potenciar sus recursos.

En las redes sociales en Internet tenemos la posibilidad de interactuar con otras personas, aunque no las conozcamos, el sistema es abierto y se va construyendo obviamente con lo que cada suscripto a la red aporta, cada nuevo miembro que ingresa transforma al grupo en otro nuevo. La red no es lo mismo si uno de sus miembros deja de ser parte.

Intervenir en una red social empieza por hallar allí otros con quienes compartir nuestros intereses, preocupaciones o necesidades y aunque no sucediera más que eso, eso mismo ya es mucho porque rompe el aislamiento que suele aquejar a la gran mayoría de las personas, lo cual suele manifestarse en retraimiento y otras veces en excesiva vida social sin afectos comprometidos.

Algo de historia: Alrededor de 2001 y 2002 surgen los primeros sitios que fomentan redes de amigos. Hacia 2003 se hacen populares con la aparición de sitios tales como Friendster, Tribe y Myspace.

Rápidamente algunas empresas ingresan a las redes sociales. Google lanza en enero de 2004 Orkut apoyando un experimento que uno de sus empleados realizaba en su tiempo libre. En 2005 ingresan Yahoo 360° y otros.

Básicamente el funcionamiento comienza cuando una vez montado el soporte técnico, un grupo de iniciadores invitan a amigos y conocidos a formar parte de la red social, cada miembro nuevo puede traer consigo muchos nuevos miembros y el crecimiento de esa red social puede ser geométrico.

Y he aquí que se transforma en un interesante negocio. Un buen ejemplo de esto es Facebook, una red social enfocada a estudiantes, muy similar a Myspace, con millones de usuarios registrados y donde ha habido una importante inversión publicitaria de parte de Microsoft.

Las más usadas:

Facebook.

Cada día miles de sitios hablan de la influencia que está teniendo las Redes Sociales en nuestra sociedad. Facebook es una herramienta de comunicación y una de las webs propulsora de las Redes Sociales, creada en 2004 por Mark Zuckerberg un joven estadounidense de 23 años. Y hoy en día una de las más populares.

Facebook y otras empresas también proporcionan programas para instalar en el ordenador o en los teléfonos móviles siempre que cuenten con su propio sistema operativo. La seguridad es esencial y Facebook provee todas las facilidades para que cada usuario establezca el límite de la privacidad, reservándose el derecho a ofrecerla a terceros.

MySpace.

Junto a Facebook es una de las Redes más populares. MySpace no ha parado de crecer y ya cuenta con cerca de 300 millones de usuarios y más de 116 millones de visitantes únicos.

Cuenta con unas herramientas simples y sencillas donde crear un perfil personal, fotos, comentarios, música y la posibilidad de comunicarte rápidamente con otros usuarios. Triunfando especialmente entre los jóvenes. MySpace uno de los diez sitios con mayor

tráfico que ha estado experimentando con la publicidad contextual y en algunos sectores como el de la música han duplicado los clics con un crecimiento de un 70%.

Hi5.

Hi5 es una Red Social de interactividad, presente en 23 idiomas. Fue creada por Ramun Yalamanchis actual director de Hi5 Network, con más de 80 millones de usuarios registrados, la mayoría de América Latina y la favorita. Siendo la tercera Red con más usuarios del mundo. Más de 80 millones de personas, en más de 200 países, se han registrado hasta hoy en hi5. Una Red Social para conocer nuevos amigos, compartir tus fotos, o configurar tu propia página. La cantidad de amigos que cuenta hi5 es ilimitada.

Twitter.

Tiene 3 factores que lo diferencian con otros servicios de su misma familia. Primero: Twitter es una herramienta que te permite estar comunicado y enviar mensajes a tus contactos como si fuese un Mail. Segundo: Twitter es una herramienta de microBlogging (como si de un Blog se tratara). Tercero: Se le puede considerar como un cliente de mensajería instantánea si el comunicador y el receptor están conectados.

También es sencillo, porque se trata de escribir lo que estás haciendo o pensando en 140 caracteres y darle al botón enviar. Pero no solo es para eso. También se puede enviar algo que te ha gustado de Internet, promocionarte a ti o tu blog, hacer seguimiento de tus **proyectos y seguro que algunas cosas más.**

Las Redes Sociales En Colombia.

El uso de internet en Colombia se ha potencializado en los últimos 10 años. De acuerdo con cifras del ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicación 8'883.004 de colombianos tienen acceso a la red y en su mayoría la utilizan para entablar círculos sociales, como herramienta de trabajo o diversión.

Esta aventura digital que le ha dado un giro a la forma de educación y de relacionarse en todo el mundo tiene beneficios y desventajas que pueden poner en riesgo la seguridad de los niños en la red.

Por eso el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Mintic) desarrolló la estrategia “En TIC Confío” para fomentar el uso responsable de las tecnologías.

¿Cómo ha impactado Internet a los niños y la vida estudiantil en Colombia?

Internet está transformando la educación en toda Colombia. Ahora, los niños utilizan ‘la red de redes’ para acceder a nuevas fuentes de conocimiento y para entrar en contacto con estudiantes y expertos en cualquier parte del mundo, gracias a sistemas de mensajería y redes sociales.

¿Cuáles son las principales amenazas en la red?

Hay varios riesgos en los que podemos caer mientras navegamos en Internet. Está el caso del ciberacoso, un tipo de agresión psicológica en la que se usan teléfonos celulares, Internet y juegos en línea para enviar o publicar mensajes, correos, imágenes o videos con el fin de molestar e insultar a otra persona. También está la ciberdependencia, una conducta que trae consigo trastornos en la vida cotidiana, cuando no hay una diferencia entre la vida virtual y la realidad analógica se comienzan a presentar problemas en las relaciones personales. Es frecuente el sexting, una práctica que consiste en tomarse fotos de carácter erótico o sexual con el fin de enviarlas por la red a los amigos o personas cercanas; lamentablemente una vez la información es enviada desde el dispositivo pierde el carácter de privado y puede suceder que el receptor de la imagen la utilice para otros fines como pornografía.

Finalmente está el grooming, algo que inicia con una simple conversación virtual, en la que un adulto se hace pasar por otra persona, normalmente, por una de la misma edad que busca ganar la confianza de la víctima para sus propósitos.

¿Qué está haciendo Mintic para disminuir los riesgos?

Tenemos la estrategia “En TIC Confío” que promueve la confianza y la seguridad en el uso de las tecnologías, aspectos claves para mejorar la calidad de vida de todos los colombianos, sin importar su edad, profesión o ubicación geográfica.

¿Cómo funciona el programa?

A través de su portal de internet (www.enticconfio.gov.co), por medio de conferencias de sensibilización en todo el país permite que niños y niñas, jóvenes y adultos encuentren en un solo lugar información libre y gratuita que promueve los usos increíbles y responsables de las TIC, mientras ofrece recomendaciones que hacen posible una interacción más segura con las tecnologías y ante todo la confianza y comunicación con los adultos.

Aumento de suicidio en Colombia.

Las cifras en Colombia también preocupan. El último informe Forensis del Instituto de Medicina Legal demuestra que el número de suicidios entre 2016 y 2017 ha aumentado significativamente. Mientras que para octubre del año pasado 1.662 personas se habían quitado la vida en el país, en el mismo lapso de este año la institución ya había registrado 1.944 casos.

De esas muertes, 288 corresponden a jóvenes de 20 a 24 años; 85, a niños de 10 a 14 años; y 103, a adolescentes entre los 15 y 18 años. En total, hasta octubre de este año, ya se han registrado 28 casos de suicidios adolescentes más que el anterior. Una cifra que va de la mano con la preocupación de Carlos Valdés, director del Instituto de Medicina Legal, quien confirmó que la problemática del suicidio viene creciendo alrededor del 1,4 por ciento por año.

Cabe aclarar que las redes sociales tienen un impacto indirecto en el bienestar emocional. Como explica Catherine Salamanca, psicóloga y magíster en Salud Mental de la Universidad León de Barcelona, el suicidio “existe antes de las redes sociales y va a seguir existiendo después”. La relación entre uno y otro obedece a que una persona con predisposición genética corre más riesgo de potencializar sus trastornos mentales cuando hace mal uso de la tecnología.

Las redes aumentan las probabilidades de varias maneras. Según Salamanca, la soledad, el matoneo y la presión por aparentar son algunas formas. “En las redes hay una tendencia a proyectar vidas perfectas”. Y en efecto, hace un mes la reconocida

influenciadora española Celia Fuentes se quitó la vida, aparentemente, ante la presión que sentía por mantener un estándar de ese nivel.

Salamanca, además, señala que la adolescencia es una época de alta vulnerabilidad porque “existe una gran predisposición a compararnos con los demás. La inseguridad hace que creamos que la persona que vemos en pantalla es más feliz que nosotros. Eso aumenta la frustración y todo lo que vemos, así sea positivo, lo asociamos con la tristeza propia”.

Resultados información obtenida en la investigación

Dentro del proceso de investigación esto fueron los hallazgos obtenidos:

El 90% de las instituciones educativa en el municipio de Uribia La Guajira, no posee las herramientas e instalaciones adecuadas para la enseñanza de las nuevas tecnologías.

Se reportan casos en diferentes instituciones educativas de suicidios en los últimos dos años relacionado con las redes sociales.

Se han encontrado en la Institución educativa Julia Sierra Iguaran de Uribia La Guajira, comportamientos inapropiados relacionado con el mal uso de las redes sociales, tales como cyberbullying, acoso en la red, pornografía, intento de suicidio, entre otros.

Los padres de familia de los estudiantes de la Institución educativa Julia Sierra Iguaran de Uribia La Guajira, no realizan seguimiento en el uso de las redes sociales de sus hijos, debido a la falta de conciencia sobre esto y el poco conocimiento de su uso.

El 80% de los docentes no utilizan las nuevas tecnologías como herramientas de enseñanza dentro y fuera del aula, así mismo no orienta a los alumnos en el buen uso de las mismas.

Luego del desarrollo de las acciones propuesta en el proyecto se nota cambios interesantes, resultados reflejados en las acciones y comportamientos de los actores luego se iniciarse el desarrollo de la metodología planeada, en las cuales se resaltan:

El uso y apropiación de los docentes de las nuevas tecnologías como herramientas didácticas para la enseñanza de las áreas de aprendizaje.

Conformación de grupos interdisciplinario de apoyo para atender a las necesidades específicas encontradas en los niños y niñas de la institución relacionado con este tema.

Capacitación y concientización a los padres, docentes y directivos sobre el uso de las nuevas tecnologías, para mayor prevención del mal uso de ellas en los jóvenes que se atiende.

Aplicación de las redes sociales para el desarrollo de actividades académicas con los alumnos.

Control en el manejo de las redes sociales.

Comunicación constante con padres de familia para ayudar y proteger a los jóvenes de los peligros de las redes sociales.

Identificación de posibles casos, bullying, suicidio y otros comportamientos que pueden generar el mal uso de las redes sociales, para su pronta atención.

Discusión

Las nuevas tecnológicas de la información y comunicación han dado sin dudar alguna discusiones importante dentro de los ámbitos de su aplicación, en el caso particular desde el punto de vista educativo se encuentra un sin números de condicionales y situaciones que ameritan un análisis reflexivo sobre lo que se está haciendo dentro del quehacer pedagógico, y es en este punto donde recae el trabajo en presentar estrategias y acciones que hagan que la formación en tecnología no sea traumática, y también apunte a el desarrollo de competencias ciudadanas que se convertirán en el apoyo que se necesita para la formación de ciudadanos íntegros capaces de analizar estas nuevas herramientas y colocarlas a disposición de un bien común, desde esta visión esta educación planteada se muestra como una formación completa regida por principios y valores pertinente en el buen uso del conocimiento e información, pero para llegar a ellos debemos replantear los que se está haciendo dentro de la instituciones educativa con

relación a los problemas sociales, emocionales y cognitivos que estas herramientas están causando debido al mal uso de ella, pues son los jóvenes los que se encuentra inicialmente afectado en vista de no encontrar un apoyo u orientación para adentrarse en estas tendencias del modernismo tecnológico, causando problemas serios en el desarrollo psicológico de la juventud actual, encontramos en este sentido jóvenes en condiciones de abusos, acosos virtuales, con comportamientos suicidas e incluso víctimas de bullying y otras situaciones lamentables, en esta nueva era de la información y comunicación en la que viven, se enfrentan a diario a estas situaciones, mientras que para la comunidad “adulta” en ocasiones se muestran ante estos casos ignorantes y con falta de interés por ayudar a los adolescentes que sufren estas condiciones.

El trabajo o la proyección radican no solo en saber y entender si no en colocarse al frente ante este problema y generar propuestas claras y específicas según las necesidades particulares de nuestros jóvenes, que permitan brindarles los recursos necesarios para enfrentarse ante este mundo y superar los obstáculos que en él se encuentran, fortaleciendo su autoestima y valores generales que serán útiles al momento de manejar la tecnología de forma adecuada y ponerla en disposición de ellos y de los demás en relación a los buenos usos que a estas se les puede dar, es decir estamos llamados desde nuestras aulas y aun fuera de ellas a generar y/o ayudar a en el desarrollo de estas competencias tecnológicas y ciudadanas para que nuestros jóvenes sean capaces a enfrentarse a las exigencias del modernismo actual.

Conclusiones

Nuestros jóvenes se enfrentan hoy en día a exigencias sociales cada vez mayor a las que anteriormente podríamos pensar, a medida que la facilidad de obtener información aumenta por los avances tecnológicos, los jóvenes presentan dificultades para la inclusión en esta nueva era digital, pues la privacidad individual cada vez es un aspecto que está declinando en este tiempo, la aceptación social hoy radica para nuestros jóvenes la capacidad que tengan para el manejo de las redes sociales y la tecnología en general, son estos factores que están determinando el comportamiento y la personalidad de ellos, al extremo de cambiar sus ideologías por acciones que van fuera de sus principios con el fin de ser parte de algún grupo social.

Desde esta realidad entra los sistemas educativos a radicar estas acciones negativas que está produciendo el mal uso de la tecnología en los jóvenes, pero estas pautas deben estar suscritas a estrategias acorde a las necesidades del contexto y particulares de cada niño, pues las condiciones del medio son factores determinante para conocer las situaciones específicas de los jóvenes, en este sentido la prohibición del uso de las redes en las aulas o la omisión de estos temas dentro del ejercicio docente no es la mejor alternativa para darle solución al problema, pues lo que se hará es que los alumnos experimenten por sí mismo y sin supervisión los servicios que ofrecen estas herramientas, ahora bien queda claro que la educación juega un papel importante para ayudar a los jóvenes a prevenir situaciones negativas frente al mal uso de las redes sociales, pero este trabajo debe ir unido a la labor de cada padre dentro de su hogar, pues se hace indispensable la intervención desde el núcleo familiar para garantizar la protección adecuada de nuestros adolescentes ante las influencias negativas de esta sociedad digital.

En un sentido general la reflexión está centrada en proporcionar a nuestros jóvenes los ambientes favorables para el buen desarrollo cognitivo y emocional, teniendo en cuenta las nuevas tendencias que el mundo moderno les trae, desarrollando en ellos la capacidad de adentrarse en este modernismo sin afectar ninguna de aspecto importante de sus vidas y relaciones sociales, este trabajo cobrará fuerza en la medida que los padres e instituciones educativas se unan para proyectar estrategias que persigan este fin.

Agradecimientos

La sabiduría y el interés para llevar a cabo este proyecto nace del sentir que nuestro creador nos coloca, es por esto que en estas líneas el primero en merecerse unas palabras de agradecimientos es ÉL, es así como agradecemos a Dios por ayudarnos en el cumplimiento de los objetivos propuestos y por mantenerlos en disposición para seguir a pesar de las dificultades que se presentan, a la Universidad Antonio Nariño por su formación integral y apoyo para cumplir este sueño de presentar la ponencia en este evento, al semillero de investigación SIECTIS de la Universidad Antonio Nariño sede Riohacha La Guajira, por ser el conducto de interrelaciones para el desarrollo del

proyecto, a la Institución Educativa Julia Sierra Iguaran en cabezada por su rectora Graciela Sillé, y sus directivos, docentes, padres de familia, estudiantes y comunidad general, por brindar el apoyo y las condiciones necesarias para el desarrollo del proyecto dentro de sus instalaciones.

Referencias:

Aumento de suicidio en Colombia. 2017

<http://www.semana.com/vida-moderna/articulo/aumento-de-suicidios-en-los-jovenes-por-las-nuevas-tecnologias/549265>

Las Redes Sociales en Colombia. Marzo 2017

<https://www.elespectador.com/tecnologia/los-peligros-red-son-reales-articulo-541226>

Las Redes Sociales.

<http://redes-sociales-en.blogspot.com.co/p/temas.html>

Echeverría, Javier. (2009). Apropiación social de las tecnologías de la información y la comunicación. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad – CTS. Argentina. Recuperado el 20 de abril de 2011 de: <http://site.ebrary.com/lib/consorcioitesmsp/Doc?id=10293129&ppg=10>

Albero, Magdalena 2002. Adolescentes e Internet. Mitos y realidades de la sociedad de la información. Extraído el 7 de mayo de 2008 recuperado de: <http://www.ehu.es/zer>.

Naranjo, M. (2007). Autoestima: un factor relevante en la vida de la persona y tema esencial del proceso educativo. Revista Electrónica «Actualidades Investigativas en Educación». 7, 1-29

Defensor del Menor (2007). Por un uso responsable de las Nuevas Tecnologías. Madrid: Defensor del Menor.

Castellana, M., Sanchez-Carbonell, X. Beranuy, M y Graner, C. (2007). El adolescente ante las tecnologías de la información y la comunicación: Internet, móvil y videojuegos. *Papeles del Psicólogo*, 28, 196-204.

CONDEZA, A.R. (2009). Las estrategias de comunicación utilizadas por los adolescentes. *Cuadernos de Información*, 24, 67-78. (DOI: 10.7764/cdi.0.35).

RODRÍGUEZ, J.B. (2013). Jóvenes interactivos y culturas cívicas: Sentido educativo, mediático y político del 15M. *Comunicar*, 40, 59-67. (DOI: <http://dx.doi.org/10.3916/C40-2013-02-06>).

VALETSIANOS, G., KIMMONS, R. & FRENCH, K. (2013). Instructor Experiences with a Social Networking Site in a Higher Education Setting: Expectations, Frustrations, Appropriation, and Comparison - mentalization. *Educational Technology, Research and Development*. 61, 2, 255-278 (DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-12-9284-z>).

SHULMAN, L. (2004). *Teaching as Community Property: Essays on Higher Education*. San Francisco: Jossey-Bass.

SIEMENS, G. & GASEVIC, D. (2012). Guest Editorial. Learning and Knowledge Analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15, (3), 1-2.

UDEN, L., WANGSA, T.I. & DAMIANI, E. (2007). The Future of Elearning. E-learning Ecosystem. The Inaugural IEEE International Digital Ecosystems and Technologies Conference.

VALKENBURG, P.M. & PETER, J. (2007). Preadolescents and Adolescents Online Communication and their Closeness to Friends. *Developmental Psychology*, 43, 267-277.

VALKENBURG, P., PETER, J., & SCHOUTEN, A.P. (2006). Friend Net - working Sites and their Relationship to Adolescents Well-being and Social Self-esteem. *CyberPsychology & Behavior*, 9(5), 584-590.

WATTS, D. (2006). *Seis grados de separación. La ciencia de las redes en la era del acceso*. Barcelona, Paidós.

WILLIAMS, A.L., & MERTEN, M.J. (2008). A Review of Online Social Networking Profiles by Adolescents: Implications for Future Research and Intervention. *Adolescence*, 43, 253-274.

ZHENG, R. & CHEOK, A. (2011). Singaporean Adolescents' Perceptions of On-line Social Communication: An Exploratory Factor Analysis. *Journal Educational Computing Research*, Vol. 45(2), 203-221.

ZHENG, R., FLYGARE, J., & DAHL, L. (2009). Style Matching or Ability Building? An Empirical Study on FDI Learners' Learning in Wellstructured and Ill-structured Asynchronous Online Learning Environments. *Journal of Educational Computing Research*, 41(2), 195-226

ALONSO, M.H. & MUÑOZ DE LUNA, A.B. (2010). Uso de las nuevas tecnologías en la docencia de Publicidad y Relaciones Públicas.

In SIERRA, J. & SOTELO, J. (Coords.). *Métodos de innovación docente aplicados a los estudios de Ciencias de la Comunicación*. Madrid: Fragua; 348-358.

AREA, M. (2006). La enseñanza universitaria en tiempo de cambio: El papel de las bibliotecas en la innovación educativa. IV Jornadas CRAI. Red de Bibliotecas Universitarias (REBIUN). Burgos: Universidad de Burgos, 10-12 mayo 2006.

ESPUNY, C.; GONZÁLEZ, J. & AL. (2011). Actitudes y expectativas del uso educativo de las redes sociales en los alumnos universitarios. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 8, 1; 171-185.

FLORES, J.M. (2009). Nuevos modelos de comunicación, perfiles y tendencias en las redes sociales. *Comunicar*, 33; 73-81.

GUTIÉRREZ, A.; PALACIOS, A. & TORREGO, L. (2010). Tribus digitales en las aulas universitarias. *Comunicar*, 34; 173-181.

IMBERNÓN, F.; SILVA, P. & GUZMÁN, C. (2011). Competencias en los procesos de enseñanza-aprendizaje virtual y semipresencial. *Comunicar*, 36; 107-114.

LEDBETTER, A.M.; MAZER, J.P. & AL. (2010). Attitudes Toward On line Social Connection and Self-Disclosure as Predictors of Face - book Communication and Relational Closeness. *Communication Research*, 38, 1; 27-53.

MONTERO. L. & ÁLVAREZ-SEOANE C.D. (2010). Elaboración de eportafolios en la enseñanza y el aprendizaje en la universidad. Cru - ce de miradas. In M.J. AGRA & AL. (Eds.), *Trabajar con (e) portafolios. Docencia, investigación e innovación en la universidad.* (CD ISBN: 978-84-693-3740-0).

MOTT, J. (2010). Envisioning the Post-LMS era: The Open Learning Network. *Educase Quarterly*, 33, 1. (www.educause.edu/ero/article/envisioning-post-lms-era-open-learning-network) (23-07-2012).

OBSERVATORIO NACIONAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN (ONTSI) (2011): Estudio sobre el conocimiento y uso de las redes sociales en España (www.ontsi.red.es/ontsi/es/estudios-informes/estudio-sobre-el-conocimiento-y-uso-de-las-redes-sociales-en-espa%C3%B1a) (15-2-2013).

BISQUERRA, R. (2004). "Metodología de la investigación educativa". Madrid; La Muralla.

GIL FLORES, JAVIER. (1993). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Anuario interuniversitario de didáctica* (10-11), 1992-1993, p. 199- 214. ISSN 0212 5374 (<http://espacio.uned.es/fez/view.php?pid=bibliuned:20406>).

http://www.ucm.es/info/socivmyt/paginas/profesorado/falvira/Qu_es_un_grupo_de_discusi_n.doc

TÚÑEZ, M. & SIXTO, J. (2012). Las redes sociales como entorno docente: análisis del uso de Facebook en la docencia universitaria. *Píxel-Bit*, 41, 77-92.

CABERO, J. (2003). Principios pedagógicos, psicológicos y sociológicos del trabajo colaborativo: su proyección en la tele enseñanza.

F. MARTÍNEZ (Ed.), *Redes de comunicación en la enseñanza.*

(pp.129-56). Barcelona: Paidós.

ÁLVAREZ, G. & LÓPEZ, M. (2013). Análisis del uso de Facebook en el ámbito universitario desde la perspectiva del aprendizaje colaborativo a través de la computadora. Edutec, 43. (http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/analisis_facebook_ambito_universitario_aprendizaje_colaborativo.html) (12-05-2013).

SALMERÓN, H. & GUTIERREZ-BRAOJOS, C. (2012). La competencia de aprender a aprender y el aprendizaje autorregulado. Posicionamientos teóricos. Profesorado, 16, (1). (www.ugr.es/local/recfpro/-rev161ART1.pdf)

TEMA 2: Educación superior y la calidad académica.

Ya no es sinónimo de movilidad en la escala laboral y social el tener un diploma o un título. Antes de hacerse una selección para un determinado puesto de trabajo se pregunta primero: ¿En cuál universidad se graduó? en qué modalidad? y por último en cuáles competencias se ha certificado académicamente el profesionista?. Todo lo anterior está relacionado con calidad, representada en criterios de acreditación, homologada por algún organismo oficial. Para ello la educación superior debe cumplir con procesos, criterios y parámetros de calidad que le generan status en el concierto internacional. Este tema es de trascendencia hoy, por ello se han seleccionado experiencias significativas de diferentes instituciones de educación superior en Latinoamérica.

8

Diseño y validación de contenido del instrumento: Mediación Docente Universitaria y formación Integral

**María de Lourdes Rodríguez-Peralta, Salvador Nambo de los Santos,
Paula Flora Aniceto-Vargas**

Instituto Politécnico Nacional, Centro Universitario CIFE, Instituto Politécnico Nacional
México

Sobre los autores

María de Lourdes Rodríguez Peralta: docente-investigadora de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME Unidad Culhuacan) del Instituto Politécnico nacional. Con título de maestría en Docencia y Desarrollo de Competencias. Sus áreas de investigación son: 1) Socioformación; 2) Socioformación, metacognición y matemáticas; y 3) Mediación docente socioformativa en ingeniería. Ha participado como ponente en congresos tales como el Congreso Universitario Internacional sobre la Comunicación en la Profesión y en la Universidad de hoy: Contenidos, Investigación, Innovación y Docencia (CUICIIC 2016 Virtual y en Línea), España; con la ponencia: “Metacognición y Matemáticas para una Formación integral”. Y el 110 Foro de Investigación Educativa, “Contribuciones de la investigación educativa a los desafíos de inclusión, equidad y calidad de los entornos escolares en el s. XXI”, IPN México con la ponencia: “Formación integral desde la matemática: caso de estudio”, entre otros. Entre los últimos artículos publicados están: Rodríguez, L., Nambo, J. y Aniceto, P. (2017). Integral Formation and metacognition from the mathematical dimension. Future Academy. The European Procceding of Social & Behavioral Sciences. eISSN: 2357-1330; y: “metacognición y Matemáticas para una formación integral” dentro de: Trabajos Docentes para una Universidad de Calidad, de la colección McGraw-Hill Education (España) ISBN 978-84-48612-67-2 .

Correspondencia: mlrodriguezp@ipn.mx

Juan Salvador Nambo de los Santos: docente investigador del Centro Universitario CIFE (Ciencia e Innovación para la Formación y el Emprendimiento) y la Universidad Pedagógica Nacional. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Su línea de investigación es Sociedad del conocimiento, TIC y ciudadanía global. Ha participado como ponente en congresos tales como el Congreso Mexicano de Investigación Educativa y en el Congreso Universitario Internacional sobre la Comunicación en la Profesión y en la Universidad de Hoy: Contenidos, Investigación, Innovación y Docencia (CUICIIC 2016 Virtual y en Línea), España, entre otros. Uno de los últimos artículos publicado en coautoría es: Rodríguez., I., Nambo, J. y Aniceto, P. (2016). Integral Formation and metacognition from the mathematical dimension. Future Academy. The European Proceeding of Social & Behavioral Sciences. eISSN: 2357-1330

Correspondencia: salvadornambo@gmail.com

Paula Flora Aniceto Vargas: Maestría en Docencia y desarrollo de competencias, estudios realizados en el Instituto CIFE. Maestría en Ciencias con especialidad en Sociología Educativa. Docente en las asignaturas de Química, desarrollo prospectivo y proyecto de Ingeniería, y maestra investigadora con antigüedad de servicio de 30 años en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional México (ESIME U.C DEL IPN México). Actualmente jefa de laboratorio de Química en la Institución. Autora de aproximadamente 20 artículos presentados en congresos Institucionales, Nacionales e internacionales. Facilitadora en Diplomados ofertados en la ESIME UC del IPN. Actualización profesional con diplomados y cursos en el área de Ingeniería, Ciencias Sociales e innovación educativa.

Correspondencia: paulaaniceto2000@yahoo.com.mx

Resumen

Formar integralmente es una tarea compleja que el docente debe afrontar y desarrollar en su intervención en el aula. Sin embargo, los medios didácticos utilizados en la práctica en el nivel universitario generalmente son con base en la experiencia disciplinar del campo profesional, lo que ha dado como resultado que la formación de competencias no sea ni las más pertinente ni las más adecuada ante el reto de formar integralmente. En este estudio se presenta el diseño y la validación de contenido y confiabilidad de un instrumento que permite analizar la situación real que prevalece entre los docentes del área de ingeniería cuando se pretende formar integralmente desde la disciplina. En la investigación de tipo mixta, descriptiva e interpretativa se siguieron las fases: 1) Diseño del instrumento tomando como marco de referencia la socioformación. 2) Valoración del contenido del instrumento por juicio de expertos. 3) El estudio de confiabilidad se realizó mediante la aplicación del instrumento a un grupo piloto de 20 profesores. Finalmente se cuenta con un instrumento válido y confiable a partir del cual se puede intervenir para potenciar la mediación docente para una formación integral.

Palabras Claves: mediación docente, docencia universitaria, validez de una escala, confiabilidad

Design and Content Validity of an Instrument: Teacher Mediation in the University and Integral formation

Abstract

The integral formation is a complex task that the teacher must confront and develop in his intervention in the classroom. Nevertheless, the didactic means that the teacher has used in the practice in the university level are generally based on the professional knowledge experience, which has given as a result, that the formation of competences do not be the most pertinent and adapted in order to form integrally. This research presents the design and the validation of content and reliability of an instrument that allows to do an analysis of the situation that prevails between the teachers of the engineering area when they must form integrally a student from their discipline. The type of this research was mixed, descriptive and interpretive, it was constituted by the following phases: 1) design of the instrument taking the socioformation as a reference frame. 2) Valuation of the content of the instrument through experts' judgment. 3) The study of reliability

was developed by the implementation of the instrument to a pilot group of 20 teachers. Finally, one has a valid and reliable instrument which allows to make an intervention program to promote the teacher **mediation for an integral formation**

Keywords: Teacher mediation, university teaching, validity of a scale, reliability

Introducción

La sociedad de hoy en día requiere de las universidades la formación de profesionistas de la más alta calidad, ciudadanos que mediante el uso de los conocimientos participen activamente en el desarrollo del tejido social mediante el trabajo colaborativo, el compromiso social, la vivencia de los valores universales, el conocimiento científico y tecnológico. Esto es, las instituciones del nivel superior deben afrontar el reto de formar ciudadanos en la sociedad del conocimiento a través del desarrollo individual pleno en todas sus dimensiones, sin olvidar la formación del perfil profesional y, a la par tributando al avance y desarrollo de la sociedad en cualquier contexto, siendo este académico, social, cultural (Cantú, 2015; Hernández & Infante, 2017; Inciarte & Canquiz, 2009; Martínez, Tobón & Romero, 2017; Medina & Tobón, 2010; Reynoso, Castillo & Dimas, 2014).

Sin embargo, esto conlleva a una preparación integral del estudiante y en consecuencia a cambios en la labor del docente universitario. En la práctica el cambio de una enseñanza segmentada (por disciplina) aún no ha cambiado del todo. La institución educativa trata de involucrar la formación humanista dentro del currículum con asignaturas complementarias ó introduce programas de salud integral, o bien el desarrollo de valores como la ética profesional, entre otros, sin llegar a la forma en que se puede realizar una formación integral desde la asignatura de cada docente. Las razones para esto son varias, siendo la falta de una preparación didáctico-pedagógica del docente, una de las razones más fuertes y el no conocimiento de cómo fomentar una formación integral en el aula (Becerra, 2013; Boroel, Garduño & Sánchez, 2017; Casares, Carmona & Martínez-Rodríguez, 2010; Guerra, Mórtigo & Berdugo, 2014).

El docente ha tratado de llenar estos vacíos con el estudio de diplomados, maestrías e inclusive con doctorados desde la perspectiva educativa, pese a lo cual el avance no ha sido el esperado.

Así, los modelos educativos universitarios de hoy persiguen propiciar una formación integral equilibrada, capaz de articular, conjuntar y desarrollar las diversas dimensiones humanas ya sea cognitivas, éticas, sociales y profesionales. Algunas instituciones educativas universitarias en Latinoamérica se han concretado con involucrar en su malla curricular algunas materias adicionales de cultura general, para proporcionar la información del cam-

po disciplinar que no es “propio” de la profesión tratada. Sin embargo el concepto de formación integral va más allá, implica una visión pluridimensional de la educación superior, el egresado debe adquirir una formación general y a la vez especializada (a su campo profesional) de manera equilibrada, que responda a los requerimientos actuales y cambiantes del mercado laboral, del mundo social, científico y tecnológico, que demanda el dominio de las modernas tecnologías, la capacidad para resolver problemas, tomar iniciativas y decisiones, manejar procesos de pensamiento crítico y creativo, tener liderazgo y la disposición para trabajar en equipos multi, inter y transdisciplinarios, todo esto unido a un compromiso con valores éticos para y al servicio de la sociedad (Alonso-Gatell, Álvarez-Aguilar & Castillo-Elizondo, 2017; Guerra, Mórtigo & Berdugo, 2014; Llerena, 2015; Surdez, Lamoyi & Aguilar, 2015; Tobón, 2015a).

Se puede apreciar que de esta forma el compromiso del docente y su labor se vuelven más complejos. En la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán (ESIME Cu.) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) se debe considerar que actualmente aún predomina la enseñanza tradicional nutrida por la experiencia y algunos cursos que sobre educación han tomado un porcentaje pequeño de la comunidad de académicos. La ESIME oferta 8 programas de ingeniería, donde las bases son comunes en el área de las ciencias básicas constituidas por Física, Química y Matemáticas. Sin embargo, aun cuando el Modelo Educativo Institucional (MEI) oriente hacia una formación integral basado en el desarrollo de competencias (IPN, 2004a; 2014b)), en la práctica la formación del estudiantado se sigue centrando en la enseñanza y en la dimensión cognitiva. Más aún cuando las instituciones del nivel superior han tratado de sensibilizar a los docentes ante estos cambios para diseñar e implementar programas de intervención que faciliten el cambio hacia este paradigma de formar integralmente con las consecuencias, responsabilidades y nuevos cuestionamientos que esto trae consigo, los programas de intervención en la preparación del docente no han dado los resultados esperados y la formación por competencia no se ha podido concretar.

Así se hace necesario que, en cada institución educativa del nivel superior, en particular la ESIME Cu, se parta de los conocimientos y competencias previas que trae el docente y a partir del estatus encontrado tomar las medidas necesarias en pro de un cambio hacia los nuevos requerimientos que éste debe tener para lograr tributar a la formación integral de

sus estudiantes. Este estudio en principio se realiza para los docentes del área de ingeniería (la ESIME Cu) con la finalidad de tener un punto de partida y establecer programas de intervención hacia el docente para mejorar la calidad educativa en pro de la formación integral del futuro ingeniero.

Este trabajo reporta el diseño y la validación de un instrumento para 1) para establecer los criterios a considerar en la mediación docente para una formación integral desde el enfoque socioformativo, 2) realizar el estudio de validación del instrumento a través del método de juicio de expertos y 3) el estudio de confiabilidad del instrumento diseñado.

Metodología:

El estudio se realizó en tres fases: 1) el diseño del instrumento: Mediación docente para la formación integral, que toma como base el enfoque socioformativo implementado en la enseñanza de la ingeniería. 2) La valoración del contenido mediante un proceso de juicio de expertos y 3) el estudio de confiabilidad a través de la aplicación del instrumento a un grupo piloto de 20 profesores.

Fase 1) Diseño del instrumento

Primero se hizo un estudio documental para construir el marco de referencia que se utilizó como base del diseño del instrumento. La información se seleccionó, analizó y sistematizó en una base de datos en torno a la temática: mediación docente socioformativa universitaria. Para lo cual se utilizaron las siguientes palabras clave para la búsqueda de información: mediación docente, docencia para la formación integral, la actividad docente en la universidad, docencia universitaria, docencia socioformativa, socioformación. La información se obtuvo a través de Google y las bases de datos Scielo, ScienceDirect, Redalyc.

El instrumento: Mediación docente para la formación integral, se constituyó de tres partes: la primera parte es de datos generales para caracterizar a la población bajo estudio. La segunda parte son preguntas abiertas que permiten considerar el grado de conocimiento del MEI que posee el profesor como parámetro de referencia para la actividad en el aula y la tercera parte es una encuesta de 28 descriptores del trabajo y la actividad realizada en el aula y que constituyen la mediación que efectúa el profesor para la formación inte-

gral, la ponderación de la escala tipo Likert de 5 puntos se considera como 1=nunca, 2=rara vez, 3=a veces, 4=casi siempre y 5=siempre.

Fase 2) Validez de contenido

La validez es un criterio que permite valorar el grado de relación de la evidencia empírica con los fundamentos teóricos que respaldan y sustentan un instrumento, indica la pertinencia del instrumento y el grado en que éste mide lo que pretende medir. En esta investigación la validez se realizó mediante el juicio de expertos a través del método de agregados individuales, en que cada experto responde a una serie de preguntas relativas al instrumento y da sus valoraciones de manera independiente a los otros expertos. Se establecieron criterios para “determinar” quiénes eran los expertos que podían dar información, juicios y valoraciones de manera confiable (Galicia, Balderrama & Edel, 2017; García-Sedeño & García-Tejera, 2013; Meza, Cox & Zamora, 2015; Oviedo & Campo-Arias, 2005; Robles & Rojas, 2015; Urrutia, Barrios, Gutiérrez y Mayorga, 2014).

La valoración se realizó en tres etapas: Primera, se trabajó con el grupo de 4 investigadores del proyecto: Proceso metacognitivo en la mediación docente para la Formación integral en el nivel Superior, para obtener el diseño del instrumento. Se construyó el marco teórico desde la perspectiva socioformativa, realizando la retroalimentación necesaria y obteniendo una primera versión del cuestionario.

Segunda etapa, se realizó la validación de contenido por juicio de expertos, el grupo de expertos se constituyó con docentes investigadores en activo, localizados mediante sus reportes científicos en artículos indexados. Se enviaron un promedio de 70 correos electrónicos en cuatro momentos diferentes para hacer el contacto con ellos. Se requirió que el experto tuviera al menos 5 años de experiencia evidente (por sus trabajos) en temas afines con la mediación docente en instituciones educativas del nivel universitario y/o socioformación. Con formación académica de licenciatura, maestría o doctorado en educación o área afín. Se logró reunir 11 expertos en la temática: mediación docente para la formación integral en el nivel universitario.

Para la valoración por parte de los expertos se construyó una matriz con escalas tipo Likert, se requirió la opinión en cuanto a la relevancia, pertinencia, congruencia y la coheren-

cia de cada ítem y la escala completa con el marco teórico, se les solicitó el análisis cualitativo en relación con la claridad de redacción del criterio y las instrucciones, el sesgo y la tendenciosidad del mismo. La comunicación con los expertos siempre fue a través de correo electrónico, no hubo comunicación entre ellos. Se hicieron las modificaciones al instrumento en función al grado de concordancia de las respuestas de los expertos.

La tercera etapa, el análisis de la información recolectada de los expertos se realizó de forma cualitativa con las observaciones de los expertos y de manera cuantitativa mediante el tratamiento estadístico. El grado de concordancia de las respuestas de los jueces se hizo mediante la V de Aiken, debido a que es un coeficiente adecuado que permite hacer la valoración estadística según el tamaño de la muestra de jueces elegido (Carrion, Soler & Aymerich, 2015; García-Sedeño & García-Tejera, 2013, González, Ibañez, Feu & Galatti, 2017), los datos se recolectaron en una base de datos en EXCEL. Para el proceso de jueceo se le envió (al experto) tres archivos: uno con una reseña de la investigación para situar el contexto y el marco de referencia teórico que sustentó el instrumento, otro archivo con la matriz de valoración para el jueceo y un archivo con el instrumento. Se utilizó el Alfa de Cronbach para la consistencia interna trabajando con la congruencia y coherencia de los ítems con la teoría, el coeficiente se calculó mediante el PSPP, paquete estadístico de software libre.

Fase 3) Confiabilidad del instrumento

El grupo piloto fue constituido por 20 profesores que estaban participando en un diplomado sobre Competencias Tutoriales. Se les explicó el objetivo de la encuesta, se les pidió su consentimiento y se les dio una semblanza de la investigación. La confiabilidad (Carrion, Soler & Aymerich, 2015; Oviedo & Campo-Arias, 2005; Robles & Rojas, 2015) se entiende como la estabilidad, la consistencia y la confianza del instrumento cuando el proceso de investigación se repite, dando respuesta a: ¿con qué exactitud las cuestiones miden lo que tienen que medir? Una vez que se tuvieron todos los datos se utilizó el Alfa de Cronbach para establecer la medida de confiabilidad.

Consideraciones éticas

Se les enfatizó a los profesores participantes que la información recolectada y el análisis de los datos serían usados únicamente para efectos de carácter investigativo, respetando el carácter confidencial de sus datos personales, de acuerdo con la Ley de protección de datos personales para el Distrito Federal. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 03 de octubre de 2008.

Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 18 de diciembre de 2014.

Resultados

Diseño del instrumento y construcción del instrumento.

El diseño y construcción del instrumento tomó como marco de referencia el enfoque socioformativo, ya que este considera la formación integral a través de la articulación de las diferentes dimensiones que conforman un ser humano, las dimensiones consideradas en este estudio fueron: la socio-afectiva (actitudes, los valores universales, proyecto ético de vida), dimensión cognitiva (las habilidades, conocimientos y destrezas que se conforman con los conocimientos disciplinares como la matemática, la física, las ciencias de la ingeniería y la ingeniería aplicada) y la metacognición como un proceso inherente al desarrollo de cualquier competencia que coadyuva al control, regulación, desarrollo y mejora continua de los conocimientos y desempeños que conforman a un profesionista-ciudadano de la sociedad del conocimiento para la evolución y potencialización del tejido social (Tobón, Guzmán, Hernández & Cardona, 2015; Tobón, 2007; Tobón, 2015a). Para lograr esta formación integral se requiere un cambio en la práctica docente, desde el enfoque socioformativo el docente asume el rol de mediador figura 1.

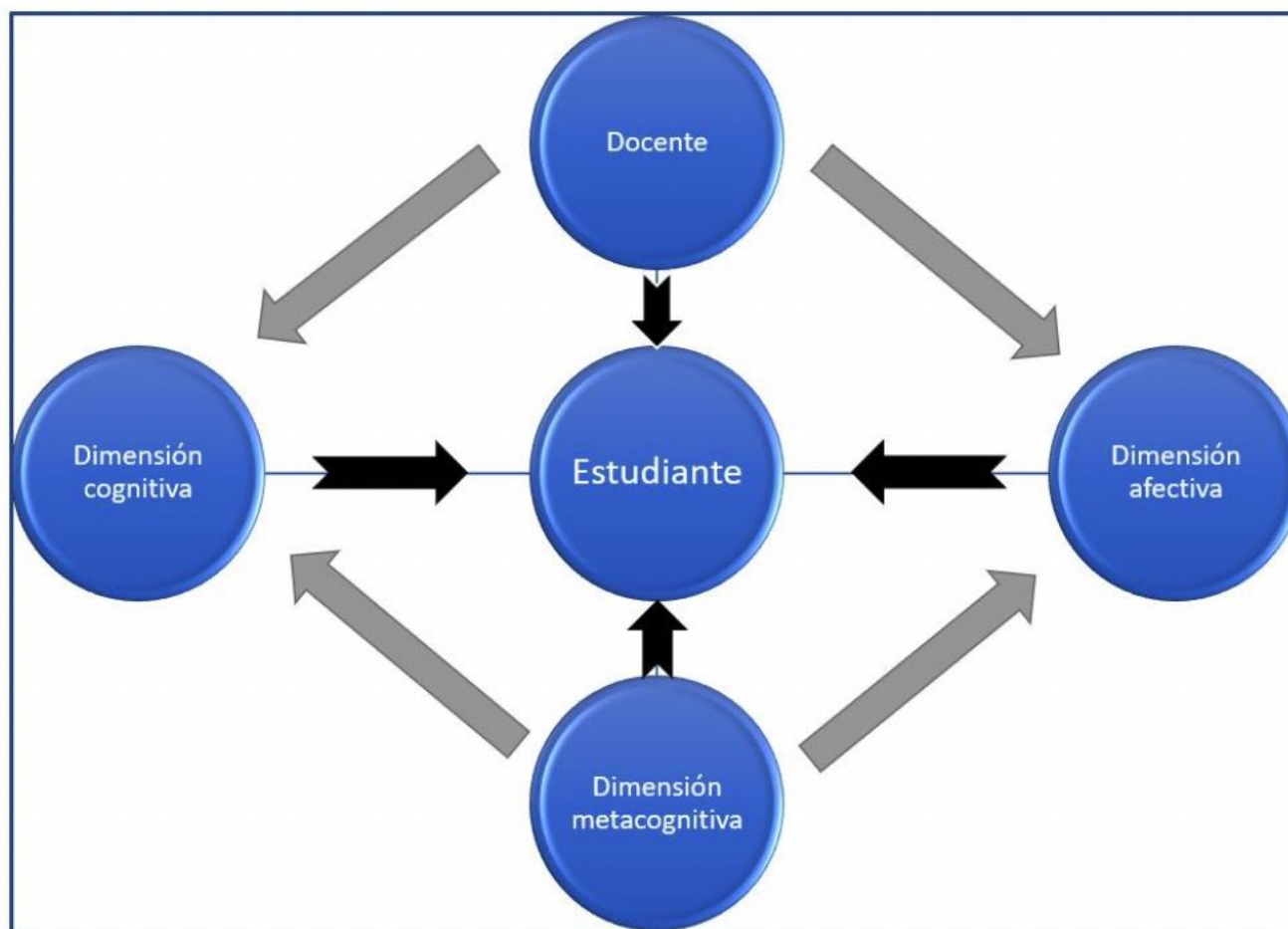


Fig. 1. La mediación docente para la formación integral del estudiante.

Así la meta del docente es mediar entre las diferentes dimensiones del ser humano para lograr una formación integral. El docente debe generar ambientes flexibles, centrados en el estudiante para la resolución de problemas del contexto, promover el trabajo colaborativo, a partir de un proyecto ético de vida. Desde la socioformación se han generado 10 acciones clave para la mediación docente, éstas acciones fueron la base de los descriptores del instrumento y son: sensibilización; conceptualización; identificación, planteamiento y resolución de problemas; formación de actitudes y valores en el marco de un proyecto ético de vida; trabajo colaborativo con compromiso social; creatividad e innovación; transversalidad; gestión de recursos (de todo tipo) y proceso metacognitivo para la mejora continua, incorporando con pertinencia las tecnologías de la comunicación y la información (Hernández-Mosqueda, Tobón-Tobón & Vázquez-Antonio, 2014; Parra, Tobón, & López, 2015).

El instrumento: Mediación docente para la formación integral, tiene como objetivo: valorar las acciones que el docente realiza en su asignatura para promover la formación integral desde el enfoque socioformativo en el área de ingeniería. El propósito es implementar el instrumento para obtener el diagnóstico de la planta de docentes de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Unidad Culhuacán del Instituto Politécnico

Nacional, México. A partir de esta información proponer un programa de intervención con la finalidad de fomentar la calidad formativa de los futuros ingenieros de esta Institución. El instrumento consta de tres partes: una encuesta de datos generales para caracterizar la población de estudio, una serie de preguntas abiertas para situar al docente en la formación integral por competencias y la encuesta de mediación docente para la formación integral. La encuesta constó (en un inicio) de 28 ítems.

Validez interna

De los expertos elegidos, sólo 10 realizaron el juicio de expertos, en las matrices de evaluación se consideró para cada ítem la suficiencia, la claridad en la redacción, la relevancia para la temática y la coherencia con la teoría. El grado de acuerdo de respuesta de cada juez se valoró mediante la V de Aiken, y por categoría se calcularon los promedios que se pueden apreciar en la tabla 1.

Tabla 1
Grado de acuerdo de respuesta de los jueces mediante la V de Aiken

Categoría	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia
V de Aiken promedio considerando todos los ítems	0.9416	0.91250	0.9563	0.9589

Nota: Para 10 jueces en promedio la V de Aiken >0.90 con un nivel de significación estadística $p < 0.001$, es bastante aceptable. Escurra (1988)

Para la validez de contenido, se analizó la coherencia con la teoría a través del juicio de los expertos. Esto se hizo mediante el Alpha de Cronbach. Se realizaron varios análisis y eliminando ítems en cada análisis se eliminaron en total 6 , quedando un valor de alfa de 0.83, ver tabla 2.

Tabla 2
Consistencia interna analizado con el Alpha de Cronbach

Alfa de Cronbach	No. De elementos	Casos excluidos
0.83	21	0

Nota: después de eliminar los 6 ítems el alfa de Cronbach no cambio, por lo que se tomo el cuestionario de 22 ítems. Con un alfa de Cronbach de $0.83 > 0.80$ lo que indica una buena consistencia interna George y Mallery (2003) en (Carvajal, Centeno, Watson, Martínez & Sanz, 2011).

Confiabilidad

El instrumento se aplicó a un grupo de 20 participantes en una prueba piloto, de las 20 encuestas aplicadas se descartaron 3, una de ellas no estaba completamente contestada y en las otras dos los profesores no tenían actividad frente a grupo desde hace varios años. Así el grupo piloto quedó conformado por 11 hombres y 6 mujeres, de los cuales 12 conocen el Modelo Educativo Institucional (MEI), 5 no; cabe decir que el MEI orienta hacia una formación integral, con el aprendizaje centrado en el estudiante para promover competencias en el área laboral y en el área personal, para poner “La técnica al Servicio de la Patria” como dice el lema institucional (IPN, 2004a; 2004b). Académicamente el grupo tenía los antecedentes mostrados en el gráfico de la figura 2.

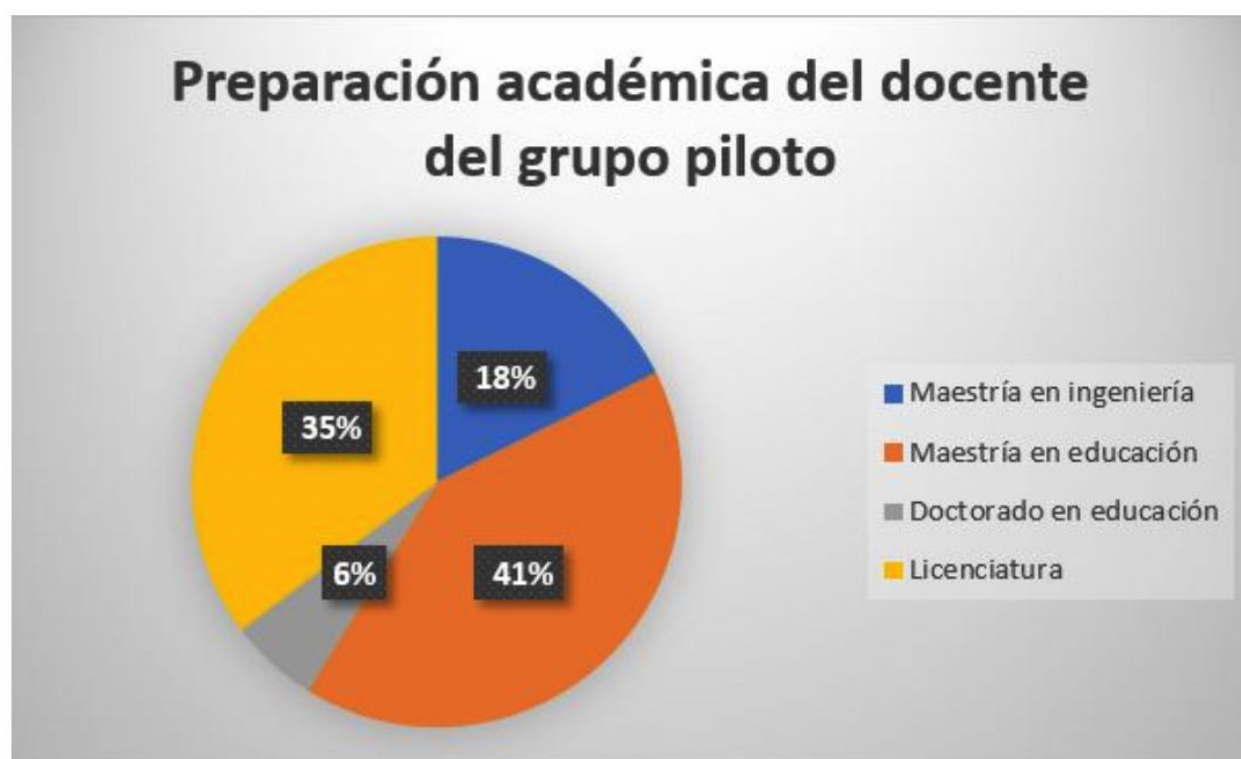


Fig. 2. Preparación académica de los docentes del grupo piloto

Característica de la muestra

El 100% de los docentes encuestados conocen la posición que tienen sus asignaturas en el mapa curricular, conocen cuáles son las asignaturas precedentes y subsecuentes. Sin embargo, cuando se les pregunta ¿cómo contribuyen sus asignaturas a formar el perfil de egreso de sus estudiantes hablan en función de las materias disciplinares de la ingeniería correspondiente y no de la formación integral y el desarrollo de competencias.

La prueba de fiabilidad se realizó a través del Alfa de Cronbach con el paquete PSPP, paquete estadístico libre de GNU. Se recopiló la información en EXCEL y se exportó al PSPP. Los resultados se pueden ver en la tabla 3.

Tabla 3
Confiabilidad del instrumento a través de una prueba piloto y el Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	No. De elementos	Casos excluidos
0.95	21	1

Con un alfa de Cronbach de $0.95 > 0.90$ lo que indica una excelente consistencia interna George y Mallery (2003) en (Carvajal et al, 2011).

Resultados

El instrumento: *Mediación docente* para una formación integral, es una escala tipo Likert, que después del análisis de validación y confiabilidad consta de 22 ítems, esta escala en principio tiene un carácter exploratorio, sin embargo puede coadyuvar en la regulación y control del conocimiento relativo a los elementos que conforman la mediación docente al poder implementarse en algún programa de intervención.

A partir del juicio de expertos realizado y los estudios estadísticos efectuados el instrumento presenta las siguientes características:

a) Validez de contenido. El instrumento de medida debe recoger datos de las actitudes, acciones, estrategias que realiza el docente cuando el objetivo es promover una formación integral desde su asignatura, para realizar inferencias a partir de éstos. Es entonces importante que la validez encontrada pueda garantizar la pertinencia de tales inferencias. Se considera que la validez es el grado en que la evidencia y la teoría soportan las interpretaciones de los test. Por lo que el juicio de expertos es importante para establecer la coherencia y congruencia de ítems y teoría. En este caso la metodología de agregación individual (los expertos no mantienen contacto entre sí), ha evidenciado (tabla 3) que desde la perspectiva de los jueces el instrumento tiene suficiencia, claridad, es relevante y, es coherente y congruente con la teoría. El análisis de las respuestas de los jueces a estas cuatro categorías se realizó con la V de Aiken, en cada una la V fue mayor a 9, por lo que el promedio de las cuatro categorías analizadas en el jueceo la $V = 0.942325 > 0.9$ que indi-

ca que el grado de concordancia de los expertos es bastante bueno (Escurra, 1988; Pedrosa, Suárez-Álvarez & García-Cueto, 2013; Reidl-Martínez, 2013; Urrutia et al, 2014).

b) Confiabilidad. La confiabilidad de un instrumento se refiere a la consistencia de las respuestas obtenidas por las mismas personas en ocasiones diferentes. El concepto de confiabilidad subyace al error de medición que permite predecir el rango de fluctuación que puede ocurrir en la respuesta de un individuo, ya que por ejemplo puede corresponder a que responda de manera aleatoria o que responda de manera adecuada socialmente y que no represente lo que realmente siente o describe. Esta medida de confiabilidad es característica de la encuesta por la correlación existente entre los ítems, la teoría y el grupo de expertos (Carvajal, Centeno, Watson, Martínez & Sanz, 2011, Pedrosa, Suárez-Álvarez y García-Cueto, 2013; Reidl-Martínez, 2013). El análisis estadístico realizado a la relación ítem-teoría del grupo de expertos permitió calcular la validez de consistencia interna del instrumento y se presenta como una medida de la confiabilidad del instrumento. Para ello se calculó el alfa de Cronbach mediante el PSPP. Dando un valor de 0.83 lo que representa una buena consistencia interna y respalda en buena medida la respuesta de los jueces (tabla 2).

c) Confiabilidad, ésta se midió en un grupo piloto que representa en forma proporcional la población de docentes de la ESIME Culhuacán: en su mayoría son hombres con perfil de ingeniero y hay un porcentaje pequeño de docentes con estudio de postgrado, entre estos estudios los postgrados son del área de la ingeniería (la mayoría hombres) y pocos del área educativa (la mayoría mujeres). La confiabilidad del instrumento se determinó mediante el alfa de Cronbach, presentando un valor de 0.95, el cual considera que la confiabilidad basada en la consistencia interna del instrumento es muy alta por lo que los ítems miden la variable mediación docente (tabla 3).

Discusión de resultados

Se han diseñado otros instrumentos para evaluar el desempeño docente, las estrategias de enseñanza-aprendizaje, la enseñanza en contextos socioculturales (Durán-Aponte & Durán-García, 2015; Izar-Landeta, Ramírez-Flores & Tejada-Tayabas, 2007; Hurtado & Madue-

ño, 2017), sin embargo, en estos instrumentos sólo se considera el docente tradicional con el proceso de enseñanza y aprendizaje centrado en la enseñanza, con conocimientos segmentados. El instrumento aquí presentado, es una escala que caracteriza la formación integral desde la perspectiva del docente y que se refleja en su actividad docente también de forma integral. Estas características proponen elementos para la mejora de la calidad educativa, al articular las dimensiones cognitiva, afectiva y metacognitiva. Ya que hablar de formación integral en el nivel superior orienta a un cambio en el rol del profesor, éste debe cambiar de ser un profesional del conocimiento a ser un mediador para el aprendizaje de sus estudiantes. Debe fortalecer sus conocimientos, formalizar su preparación en relación con la didáctica y la pedagogía, ser innovador y más creativo entre otras cosas. Así la docencia se vuelve un campo profesional, en el que el docente debe subsanar sus debilidades, identificándolas a través de la reflexión para que pueda trazar un plan de crecimiento de su propia práctica docente, que le permita desarrollar competencias y mejores desempeños como docente-investigador que interactúa en forma dialógica con el estudiante para la formación integral de éste y de él mismo como un profesional de la docencia en la sociedad del conocimiento que también contribuye al desarrollo del tejido social (Nieva & Martínez, 2016; Tovar-Gálvez & García, 2014; Tobón, González, Nambo, & Vázquez, 2015b; Tobón, 2015b).

El instrumento emerge de la necesidad de contar con una escala que permita valorar la mediación docente para la formación integral, de forma que de los resultados que arroje esta escala se induzca la generación de programas de intervención que sean significativos para la profesionalización docente a partir de un contexto local, en este caso de la ESIME Culhuacán.

De los resultados mostrados, el grupo de expertos obtuvo un alto grado de concordancia en sus respuestas y dada la metodología empleada (ellos no estuvieron en contacto durante todo el proceso) se puede inferir que la escala tiene validez de contenido, esto respaldado por la V de Aiken, estas respuestas (de los expertos) se pueden considerar confiables por el cálculo del alfa de Cronbach. En relación con la prueba de confiabilidad realizada con el grupo piloto, se puede considerar que el instrumento es estable y confiable por el alfa de Cronbach calculado y por la validez de contenido obtenida por el instrumento.

Conclusiones

El estudio realizado permite establecer las siguientes conclusiones:

a) Para afrontar los retos que hoy en día requiere la sociedad del conocimiento, se demanda de las instituciones educativas del nivel universitario una formación integral y compleja, que a partir del conocimiento resuelva y sea sensible a los problemas del contexto, que actúe en forma colaborativa con compromiso social, que contribuya al desarrollo positivo del tejido social involucrando la tecnología y buscando la mejora continua día con día. Es necesario que el docente asuma la situación actual de su labor docente y que se auto-sensibilice para un cambio en su nuevo rol: formar a sus educandos integralmente, articulando la dimensión afectiva, la dimensión cognitiva y la dimensión metacognitiva para tributar a que el futuro profesionalista avance hacia la sociedad del conocimiento (Tobón, Guzmán et al, 2015; Tobón, 2015b; Camargo-Escobar & Pardo-Adames, 2008).

b) La mediación docente desde el enfoque socioformativo puede contribuir a conformar el nuevo rol del docente y un buen punto de partida es conocer las debilidades y fortalezas de las actividades que realiza el profesor ante la encomienda de tributar a formar integralmente desde su asignatura.

c) El instrumento presentado es una buena propuesta (el análisis de validez y confiabilidad realizado así lo muestran) como punto de partida para analizar el estatus actual de la mediación que hace el docente en la ESIME Culhuacán. Así la investigación continúa para obtener este diagnóstico y proponer e implementar programas de intervención que coadyuven a la profesionalización docente en esta dirección y en consecuencia a la mejora de la calidad educativa.

d) El instrumento propuesto de 22 ítems es de fácil aplicación y de utilidad para una población de profesores heterogénea en relación con la preparación académica y las prácticas docentes. La escala permite establecer el estatus inicial de la mediación docente que se realiza en el aula y que bien se puede utilizar para evaluar el desarrollo después o durante un programa de intervención para la profesionalización docente del nivel universitario y la formación educativa de calidad desde la perspectiva socioformativa.

Agradecimientos

A los profesores investigadores que integraron el grupo de expertos para este estudio. A los profesores de la ESIME Culhuacán que participaron en la prueba piloto.

Este proyecto es apoyado por el Instituto Politécnico Nacional, Proyecto: “Proceso Meta-cognitivo en la Mediación Docente para la formación integral en el nivel Superior”. SIP: 20172211

Referencias

Alonso-Gatell, A., Álvarez-Aguilar, N. & Castillo-Elizondo, J. (2017). Proceso formativo ambiental universitario: trascendencia en la carrera de arquitectura. *CienciaUAT*. Vol. 11, núm. 2, pp. 54-63. Recuperado de:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582017000100054

Becerra, S. (2013). Universidades saludables: una apuesta a una formación integral del estudiante. *Revista de Psicología*. Vol. 31, núm. 2, pp. 287-314.

Boroel, B., Garduño, Y. & Sánchez, J. (2017). La formación integral universitaria: Un estudio acerca de la concepción docente sobre valores y actitudes de los estudiantes de la licenciatura en actividad física y deportes. En COMIE, Congreso Nacional de Investigación Educativa. San Luis Potosí, México. Recuperado de:

<http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/1410.pdf>

Camargo-Escobar, I. & Pardo-Adames, C. (2008). Competencias docentes de profesores de pregrado: diseño y validación de un instrumento de evaluación. *Universitas Psychologica*. Vol. 7, núm. 2, pp. 441-455. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64770211>

Cantú, P. (2015). Bioética y educación superior en México. *Acta bioethica*. Vol. 21, núm. 1, pp. 45-52. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2015000100006>

Carvajal, A., Centeno, C., Watson, R., Martínez, M. & Sanz, A. (2011). ¿Cómo validar un instrumento de medida de la salud? *An. Sist. Saint Navar*. Vol. 34, núm. 1, pp. 63-72. Recuperado: <http://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v34n1/revision1.pdf>

Carrion, C., Soler, M. & Aymerich, M. (2015). Análisis de la Validez de Contenido de un Cuestionario de Evaluación del Aprendizaje Basado en Problemas. Un Enfoque Cualitati-

vo. Formación Universitaria. Vol. 8, núm. 1, pp. 13-22. Recuperado de; <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000100003>

Casares, P., Carmona, G. & Martínez-Rodríguez, F. (2010). Valores profesionales en la vida universitaria. Revista electrónica de Investigación Educativa. VI. 12, núm. Especial, pp. 1-15. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/contenido/NumEsp2/contenido-casares.html>

Durán-Aponte, E. & Durán-García, M. (2015). Adaptación y validez de un instrumento para la evaluación de docencia universitaria: escala de desempeño docente Institucional (EDDI). Perspectiva Educacional, Formación de Profesores. Vol. 54, núm. 1, pp. 75-89. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333333042006>

Escurra, L. (1988). Cuantificación de la validez de contenido por criterio de jueces. Revista de Psicología. Vol. 6, núm. 1-2, pp. 103-111. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/psicologia/article/view/4555>

Galicia, L., Balderrama, J. & Edel, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. Apertura. Vol. 9, núm. 2, pp. 42-53. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18381/Ap.v9n2.993>

García-Sedeño, M. & García-Tejera, M. (2013). Estimación de la validez de contenido en una escala de valoración de grado de violencia de género soportado en adolescentes. Acción Psicológica. Vol. 10, núm. 2, 3-20, pp. 41-58. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11823>

González, S., Ibañez, S. Feu, S. & Galatti, L. (2017). Programas de intervención para la enseñanza deportiva en el contexto escolar, PETB y PEAB: estudio preliminar. Retos. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación. Núm. 31, pp. 107-113. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345750049020>

Guerra, Y., Mórtigo, A. & Berdugo, N. (2014). Formación integral importancia de formar pensando en todas las dimensiones del ser. Revista Educación y Desarrollo Social .Vol. 8, núm. 1, pp. 48-69.

Hernández-Mosqueda, J., Tobón-Tobón, S. & Vázquez-Antonio, J. (2014). Estudio Conceptual de la Docencia Socioformativa. Ra Ximhai. Vol. 10, núm. 5, pp. 89-101. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46132134006>

Hernández, I. & Infante, M. (2017). La clase en la educación superior, forma organizativa esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Educación y Educadores. Vol. 20, núm. 1, pp. 27-40. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83449754002>

- Hurtado, A. & Madueño, M. (2017). Propiedades psicométricas del instrumento prácticas derivadas del aprendizaje social del profesorado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado*. Vol. 20, núm. 3, pp. 93-106. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.20.3.291731>
- Inciarte, A. & Canquiz, L. (2009). Una concepción de formación profesional integral. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*. Vol. 10, núm. 2, pp. 38-61. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=170118863003>
- IPN, (2004a). *Materiales para la Reforma. Un nuevo Modelo Educativo para el IPN*. (Vol. 1). México: IPN
- IPN, (2004b). *Materiales para la Reforma. Manual para el rediseño de planes y programas en el marco del nuevo Modelo Educativo y Académico*. (Vol. 12). México: IPN
- Izar-Landeta, J., Ramírez-Flores, E. & Tejada-Tayabas, J. (2007). Hitos de ciencias económico administrativas. Vol. 13, núm. 37, pp. 113-120.
- Llerena, O. (2015). El proceso de formación profesional desde un punto de vista complejo e histórico-cultural. *Revista: Actualidades Investigativas en Educación*. Vol. 15, núm 3, pp. 1-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v15i3.21041>
- Martínez, J., Tobón, S. & Romero, A. (2017). Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina. *Innovación Educativa*. Vol. 17, núm. 73, pp. 79-96. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n73/1665-2673-ie-17-73-00079.pdf>
- Medina, E. & Tobón, S. (2010). *Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación*. 3ª. Ed. Centro de Investigación en Formación y Evaluación CIFE, Bogotá, Colombia, Ecoe Ediciones. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*. Vol. 32, núm. 2, pp. 90-95. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457545095007>
- Meza, M., Cox, P. & Zamora, G. (2015). ¿Qué y cómo observar interacciones para comprender la autoridad pedagógica del profesor en su ejercicio? *Educ. Pesqui*. Vol. 41, núm. 3, pp. 729-742. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/s1517-97022015051777>
- Nieva, J. & Martínez, O. (2016). Una nueva mirada sobre la formación docente. *Revista Universidad y Sociedad*. Vol. 8, núm. 4, pp. 14-21. Recuperado de: <http://rus.ucf.edu.cu/>
- Oviedo, C. & Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*. Vol. XXXIV, núm. 4, pp. 572-580. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>

Parra, H., Tobón, S. & López, J. (2015). Docencia Socioformativa y Desempeño Académico en la Educación Superior. *Revista Paradigma*. Vol. 36, núm. 1, pp. 42-55. Recuperado de: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/article/view/2653>

Pedrosa, I., Suárez-Álvarez & García-Cueto, E. (2013). Evidencias sobre la Validez de Contenido: Avances Teóricos y Métodos para su Estimación. *Acción Psicológica*. Vol. 10, núm. 2, pp. 3-20. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.5944/ap.10.2.11820>

Reidl-Martínez, L. (2013). Confiabilidad en la medición. *Investigación en Educación Médica*. Vol. 2, núm. 6, pp. 107-111. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000200007&script=sci_abstract

Reynoso, M., Castillo, J. & Dimas, M. (2014). La formación integral del estudiantado de ingeniería a través de la educación continua. *Revista Electrónica Educare*. Vol. 18, núm. 1, pp. 77-96. Recuperado de: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-42582014000100005

Robles, P. & Rojas, M. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*. Vol. 18. Recuperado de: https://www.nebrija.com/revista-linguistica/files/articulosPDF/articulo_55002aca89c37.pdf

Surdez, E., Lamoyi, C. & Aguilar, N. (2015). El modelo educativo flexible de una universidad pública en México. Su efecto en aspectos de calidad educativa. CIDUI. Congreso Internacional de Docencia Universitaria: Innovación. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815040161>

Tobón, S. (2015a). La socioformación: avances y retos en la sociedad del conocimiento. En COMIE (ed.). *Conferencias magistrales del Congreso Nacional de investigación Educativa*. Pp. 179-234. México: COMIE.

Tobón, S., Guzmán, C., Hernández, J. & Cardona, S. (2015). Sociedad del Conocimiento: Estudio documental desde una perspectiva humanista y compleja. *Revista Paradigma*. Vol. XXXVI, núm. 2, pp. 7-36. Recuperado de: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/issue/view/267>

Tobón, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular por ciclos propedéuticos. *Acción Pedagógica*. Vol. 16, Núm. 1, pp. 14-28. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2968540>

Tobón, S., González, L., Nambo, J., & Vázquez, J. (2015). La Socioformación: Un estudio Conceptual. Paradigma. VI. XXXVI, núm, 1, pp.7-29. Recuperado de: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/article/view/2661/1273>

Tobón, S. (2015b). Necesidad de un nuevo modelo educativo para Latinoamérica. En Paradigma (Ed). Vol. XXXVI, núm. 2, pp. 5-6. Recuperado de: <http://revistas.upel.edu.ve/index.php/paradigma/article/view/3012/1424>

Tovar-Gálvez, J. & García, G. (2014). Características de la práctica docente universitaria: caminos hacia la formación permanente de los docentes.

Urrutia, M., Barrios, S., Gutiérrez, N. & Mayorga, M. (2014). Métodos óptimos para determinar validez de contenido. Educación Médica Superior. Vol. 28, núm. 3, pp. 547-558. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu>

9

Propiedades métricas de la escala de comportamientos hacia el emprendimiento innovador en estudiantes de educación básica y media

Jhon Víctor Vidal Durango *, **Juan Carlos Echeverry ****, **Ewis Romero Domínguez ***

* Corporación Universitaria del Caribe

** Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

Sobre los Autores:

Jhon Víctor Vidal Durango: Candidato a Doctor en Gestión de la Tecnología y la Innovación, Magister en Ciencias, Vicerrector de Ciencia Tecnología e Innovación, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR.

Correspondencia: jhon.vidal@cecar.edu.co

Juan Carlos Echeverry Álvarez: Doctorado en Educación, Docente Investigador, Universidad Pontificia Bolivariana.

Correspondencia: juan.echeverri@upb.edu.co

Ewis Fernando Romero Domínguez: Ingeniero Industrial, Joven Investigador e Innovador Colciencias, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR.

Correspondencia: ewisromero@gmail.com

Resumen

Resumen:

Las habilidades tempranas hacia el emprendimiento innovador juegan un papel importante en el reconocimiento de oportunidades y nuevas combinaciones de factores productivos, mejoran los resultados locales en I+D+i, y fomentan la autoestima y confianza de los individuos. Dentro de las principales limitantes encontradas en la literatura revisada se encuentran las contradicciones empíricas en la medición de las habilidades para el emprendimiento innovador donde proliferan distintos instrumentos con variables que no han demostrado consistencia empírica, por lo que este trabajo tuvo como propósito contribuir a validez y confiabilidad de la métrica de tal que permita desarrollar trabajos de tipo cuantitativo con mayor certeza científica. Debido a los anterior se diseñó y validó el test de comportamiento innovador en estudiantes de educación básica y media, para ello se realizó validación de contenido por juicio de expertos, análisis factorial exploratorio (KMO, Barlet, Matriz Antiimagen), Análisis Factorial Confirmatorio (Rotación Varimax, Análisis de Ecuaciones Estructurales) y pruebas de confiabilidad por medio de Alfa de Cronbach. Los resultados estadísticos conllevaron a la validación del instrumento

con dimensiones tres dimensiones: tolerancia a la ambigüedad, no conformidad y motivación al logro, lo que permite disponer de una herramienta de evaluación y diseño de procesos educativos tendientes al fomento de innovación y el emprendimiento en la escuela.

Palabras Claves: Innovación, emprendimiento innovador, comportamiento, validez, confiabilidad.

Metric properties of the scale for innovative entrepreneurship behaviors in middle and high school students.

Abstract

Early skills towards innovative entrepreneurship play an important role in the recognition of opportunities and new combinations of productive factors, improve local R&D&I results, and foster the self-esteem and confidence of individuals. Among the main limitations found in the literature reviewed are empirical contradictions in the measurement of innovative entrepreneurship skills, where different instruments proliferate with variables that have not demonstrated empirical consistency, therefore, the

purpose of this work was to contribute to the validity and reliability of the metric in order to develop quantitative works with greater scientific certainty. Due to the above, the innovative behavioral test in elementary and middle school students was designed and validated, for this purpose, content validation was performed through expert judgment, exploratory factorial analysis (KMO, Barlet, Antiimaging Matrix), Confirmatory Factorial Analysis (Varimax Rotation, Analysis of Structural Equations) and reliability tests using Cronbach's Alpha. The statistical results led to the validation of the instrument with three dimensions: tolerance to ambiguity, non-conformity and motivation to achieve, which allows to have a tool for evaluation and design of educational processes aimed at promoting innovation and entrepreneurship in schools.

Keywords: Innovation, innovative entrepreneurship, behaviour, validity, reliability.

Introducción

En la actualidad las habilidades y comportamientos para el emprendimiento innovador juegan un papel importante en el reconocimiento de oportunidades y nuevas combinaciones de factores productivos (Verheul et al., 2001; Schumpeter, 1950); mejoran los resultados en investigación desarrollo e innovación (I+D+i) (Michelacci, 2003); y fomentan la autoestima y confianza de los individuos, generando actitudes, habilidades y comportamientos que les permiten entrar en el mundo del trabajo e interactuar de manera proactiva en las organizaciones contribuyendo a su sustentabilidad social y económica (Ministerio De Economía Fomento y Turismo, 2015; Muralidharan & Pathak, 2018; Soo Sung & Park, 2018). En este sentido, la European Commission (2010), indica que se debe tener una masa crítica formada y motivada para innovar, por lo que se debe procurar generar competencias, habilidades y comportamientos que promuevan el emprendimiento innovador en la población juvenil dentro de los sistemas educativos, de tal manera que permita aumentar en volumen y cantidad la generación de ideas con potencial innovador y promover una verdadera cultura de innovación en los territorios.

Existen varias apuestas para agrupar los comportamientos y habilidades para el emprendimiento innovador, como lo plantea Oliver & Galiana (2015), quienes apuntan a la existencia de dimensiones clave en las actitudes emprendedoras, entre ellas: proactividad (Park & Jo, 2018), ética profesional (Safin et al., 2016; Shdaimah & McGarry, 2018), empatía (Bacq & Alt, 2018), innovación, autonomía (Martens, Machado, Martens, Silva, & Freitas, 2018) y toma de riesgos (Hatt, 2018). Otras propuestas como la de Pedrosa (2015), indican como factores clave la motivación al logro, toma de riesgos, innovación, autonomía, locus de control desde lo ético, y autoeficacia, incluso en su trabajo denominado Evaluación de la personalidad emprendedora mediante un test adaptativo informatizado presenta una lista de instrumentos que miden estas características en la población de manera aislada.

De igual manera existe una diversidad de instrumentos que analizan los aspectos anteriores de manera integral, entre ellos: Multidimensional Personality Questionnaire [MPQ] (Tellegen, 1982; Tellegen & Waller, 2008); Skills Confidence Inventory [SCI1] (Betz, Borgen, & Harmon, 1996); General Enterprising Tendency [GET] (Stormer, Kline, &

Goldenberg, 1999); Entrepreneurial Intention Questionnaire [EIQ] (Liñán & Chen, 2006); Cuestionario de Orientación Emprendedora [COE] (Sánchez, 2010); Entrepreneurial Orientation [CEO] (Lim & Envick, 2013); y Batería de evaluación del talento y habilidades empresariales [META] (Almeida, Ahmetoglu, & Chamorro-premuzic, 2014).

Debido a la proliferación de test relacionados con las habilidades para la innovación y el emprendimiento, muchos autores como Fillion (2001), han realizado un listado de los rasgos personales que se han evaluado al analizar el comportamiento innovador y emprendedor de las personas, entre ellas las más frecuentes: necesidad de logro, liderazgo, tomador de riesgo, confianza en sí mismo, independiente, visionario de largo plazo, creador, tolerante a la ambigüedad y la incertidumbre, enérgico, con iniciativa, perseverante, ético, con capacidad de autoaprendizaje, uso eficiente de recursos, optimista, sensible hacia los otros, orientado hacia los resultados, flexible, y desenvuelto, entre otras más.

No obstante, Pereira (2007) indica que las investigaciones realizadas con las metodologías probadas, dieron resultados muy variados y a menudo contradictorios. Estos resultados son soportados también por estudios como los de Begley & Boyd (1987); Brockhaus, Horwitz, Sexton, & Smilor (1986); Busenitz & Barney (1997); Dyer, Gregersen, & Christensen (2008), quienes no encontraron diferencias significativas en la mayoría de estos rasgos de personalidad entre empresarios innovadores y empresarios convencionales. Solo encontrándose diferencias en cuanto a aspectos cognitivos como capacidad de asociación, conformación y mantenimiento de redes, observación y cuestionamiento y pequeñas diferencias en aspectos personales como la necesidad de logro, tolerancia a la ambigüedad y la no conformidad. En este artículo se muestra la validación de un instrumento para medir las habilidades para el emprendimiento innovador en estudiantes de educación básica y media con variables que han mostrado consistencia empírica, es decir incluyendo 1) la necesidad de logro (Bignotti & le Roux, 2018; Mussons-Torras & Tarrats-Pons, 2018; Sabiu, Abdullah, Amin, & Tahir, 2018), 2) tolerancia a la ambigüedad (Gilmartin, Shartrand, Chen, Estrada, & Sheppard, 2016; Junid, Ngah, Osman, Lajin, & Halil, 2017; Karimi & Hamedi, 2016) y 3) la no conformidad (Packard, 2017).

Ante el hecho que no existía un instrumento validado que permitiera medir el comportamiento hacia el emprendimiento innovador en relación a la personalidad soportada en variables que han tenido consistencia empírica, surge la pregunta: ¿cuáles son las propiedades métricas de una escala para evaluar el comportamiento hacia el emprendimiento innovador en población estudiantil de educación básica y media? . Bajo este contexto se tuvo como objetivo general validar una escala de comportamientos hacia el emprendimiento innovador en estudiantes de educación básica y media, y como objetivos específicos diseñar la escala, validar mediante análisis factorial y establecer la confiabilidad final del instrumento.

Metodología:

2.1 Diseño, procedimiento y muestra

El presente estudio tiene un diseño de investigación transversal. Para su desarrollo implementó una encuesta a un grupo de estudiantes que hacen parte o no de programas de fomento a la innovación y el emprendimiento en instituciones educativas de básica y media, en un único momento temporal, asegurando confidencialidad y anonimato. El contacto con los estudiantes, se realizó de manera directa en 4 centros educativos, mediante la aplicación de una encuesta en un tiempo aproximado de 15 minutos.

La muestra total fue de 315 estudiantes de instituciones o programas que fomentan la innovación y el emprendimiento. De estos, un 45,4% eran hombres y un 54,6% mujeres. La media de edad fue de 15,87 años (DT = 1,44). Respecto al nivel educativo, la aplicación del instrumento se realizó en instituciones educativas públicas, en un 22,22% de estudiantes de básica secundaria y un 77,78% de educación media. El 56,19% de los estudiantes pertenece o ha pertenecido a programas de fomento de la innovación y el 43,81% no pertenece ni ha pertenecido a programas de fomento de la innovación.

2.2 Instrumento

El instrumento que se presenta, la Escala de comportamientos hacia el Emprendimiento Innovador desde la perspectiva de Personalidad, que se puede consultar en el Anexo 1, es la adaptación de tres escalas: para el rasgo de necesidad de conformidad se tomó

parte del Cuestionario de valores Interpersonales (SIV) del inglés Survey of Interpersonal Values de Gordon et al. (1977), para el rasgo de motivación por el logro tomado del Inventario De Personalidad (PRF) de Jackson (1974) y para el rasgo de Tolerancia al a ambigüedad de la escala Mstat-I: A New Measure of an Individual'S Tolerance for Ambiguity de McLain (1993).

El instrumento original se diseñó para evaluar las tres dimensiones mediante 19 ítems, 3: No conformidad (9 ítems), motivación al logro (4 ítems) y tolerancia a la ambigüedad (6 ítems). Para el diseño del instrumento se analizó el test original y a que aspectos está relacionada cada una de los ítems que lo contenían. Posteriormente cada característica fue trasladada al ámbito de la innovación y emprendimiento escolar y se formularon igual número de preguntas, pero adaptadas a la población estudiantil. En este sentido, La No conformidad estaba relacionada con características como: Legalidad, Moralidad, Convivencia, Integridad y Cabalidad; mientras que Motivación al logro se relacionó con Superación, Frustración, Perseverancia, Competitividad, Conformismo o inconformismo, Autoconcepto, Pertenencia - habilidades sociales, Constancia y Realismo. Finalmente, la Tolerancia a la ambigüedad se asoció al Control del estrés, los conflictos, comportamiento flexible ante los cambios, la interpretación de datos y sensibilidad a las características internas.

2.3 Análisis de datos

Inicialmente se realizó una validación de contenido por grupo de expertos y seguidamente se desarrolló un análisis de validez interna del test mediante Análisis Factorial Exploratorio, para ello los datos fueron sometidos análisis estadísticos obteniendo el valor de KMO, que permite establecer la consistencia de las preguntas en el cuestionario y de significancia en relación a su homogeneidad de varianza para conocer la coherencia de los ítems. Una vez demostrado que el test tiene un diseño que permite seguir con el análisis se le realizó un análisis de correlación mediante matriz anti-imagen lo que permitió excluir ítems que no aportan de manera significativa al instrumento. La principal intención del análisis factorial es determinar el número y la naturaleza de las variables latentes o factores que explican la variación y covariación entre un conjunto de medidas observadas, comúnmente conocidas como indicadores.

Posteriormente se realizó el análisis factorial confirmatorio mediante rotación VARIMAX que permitió aglutinar las preguntas por componentes, corroborando que los ítems correspondieran a las tres dimensiones contemplados en el estudio. Además, se realizó un análisis de ecuaciones estructurales mediante el método de estimación de máxima verosimilitud con correcciones robustas. Para evaluar el modelo, se utilizaron diversos índices de ajuste, tal y como recomienda la literatura (Tanaka, 1993): el estadístico chi-cuadrado (Kline, 1998); el CFI, que con valores mayores de .90 e, idealmente, mayores de .95, indica un ajuste adecuado del modelo (Hu & Bentler, 1999); y el RMSEA, que se considera apropiado cuando toma valores inferiores a .08 (Steiger & Lind, 1980).

Una vez estudiada la validez, se evaluó la fiabilidad de la escala. Para ello, se calcularon alfas de Cronbach para cada uno de los comportamientos de personalidad hacia el emprendimiento innovador. El alfa de Cronbach es el índice más ampliamente conocido por la comunidad científica para evaluar la fiabilidad de las escalas, con valores de .70 a .79 considerados moderados, y estimaciones de .80 o superiores interpretadas como alta fiabilidad (Cicchetti, 1994; Clark & Watson, 1995; Oliver & Galiana, 2015).

Resultados:

3.1 Validación por expertos

El instrumento diseñado fue enviado a 8 expertos de diversas áreas (psicología, pedagogos, administradores educativos, gestión de la innovación, creatividad), quienes calificaron cada uno de los ítems según los siguientes parámetros:

1. Si la pregunta no es adecuada o poco adecuada al objetivo del estudio, por lo tanto, innecesaria.
2. Si la pregunta es adecuada; es decir útil.
3. Si la pregunta es esencial para el objetivo del estudio.

A partir de la valoración de los jueces, se calculó un índice de validez de contenido o IVC siguiendo el procedimiento descrito por (Lawshe, 1975), siendo el número de expertos al valorar el ítem como muy adecuado; y el total de expertos que han evaluado el instrumento. El IVC oscila entre -1 y +1, donde las puntuaciones positivas cercanas a 1 reflejan una mejor validez de contenido.

$$IVC = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

El IVC general de la prueba fue de 0.78. De las 19 preguntas, 4 tenían un IVC menor a 0.4 por lo que son consideradas como no adecuadas o poco adecuadas al objetivo del estudio fueron replanteadas con sugerencias de los mismos expertos.

3.2 Análisis factorial exploratorio

Una vez realizada la validez de contenido por expertos se realizó el análisis factorial exploratorio. Los resultados obtenidos en la prueba KMO y Barlet se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis factorial exploratorio inicial

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,873
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	1482,453
	gl	171
	Sig.	,000

El KMO nos muestra que los datos son adecuados para el procedimiento del análisis factorial y además la Prueba de Esfericidad de Bartlett tiene una excelente significancia (p

< 0,001). Seguidamente, se realizó el análisis de matriz de correlaciones y sus significancias mediante matriz anti-imagen, encontrándose que las variables ML9, NC4, TA5 y TA6 tienen muy poca correlación con las otras variables ($p > 0,05$) por lo que se consideró excluirlas del cuestionario.

Al correr nuevamente la información excluyendo las variables mencionadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. Análisis factorial exploratorio después de exclusión de ítems

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,898
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	1310,143
	gl	105
	Sig.	,000

El KMO nos muestra que los datos son adecuados para el procedimiento del análisis factorial y además la Prueba de Esfericidad de Bartlett tiene una excelente significancia ($p < 0,001$). Al analizar la matriz de correlaciones y sus significancias, nuevamente se encontró que las variables ML6 tienen muy poca correlación con otras variables ($p > 0,05$) por lo que se consideró excluirla del cuestionario.

Al excluir los ítems ML4, ML9, TA5 y TA6 por tener un índice de correlación menor a .7 como lo indica (referencia) se obtuvo un KMO de .871 y una significancia de .000.

3.3 Análisis factorial confirmatorio

Se realizó análisis confirmatorio con rotación VARIMAX para las variables activas, los resultados fueron los siguientes: El KMO nos muestra que los datos son adecuados para el procedimiento del análisis factorial y además la Prueba de Esfericidad de Bartlett tiene una excelente significancia ($p < 0,001$).

Al analizar la matriz de correlaciones y sus significancias, se encontró que las variables tienen correlaciones altas significativas ($p < 0,05$) y muy significativas ($p < 0,01$), por lo que se decidió realizar el análisis confirmatorio con rotación VARIMAX y establecer las dimensiones resultantes: cada uno de los ítems explica entre 43.7% y el 59.7% de la

variabilidad del modelo; las tres componentes resultantes explican el 53.14% de la variabilidad total del modelo. Las componentes quedaron determinadas por las siguientes variables:

Tabla 3. Matriz de componentes rotados mediante el método de rotación Varimax

Matriz de componente rotado ^a			
	Componente		
	1	2	3
ML1. Respondo con facilidad ante un evento inesperado	,733		
ML2. Me gusta establecer metas realistas y alcanzarlas.	,666		,323
ML3. Suelo ir más allá de lo que me piden que haga	,632		
ML4. Me gustan los retos que me ponen a prueba	,626		
ML8. Me gusta saber cuánto he avanzado para conseguir la meta que deseo	,548	,223	,492
ML5. Percibo las nuevas situaciones como oportunidades	,543	,392	,207
TA3. Mi meta es hacer más de lo que otros han hecho	,488		,475
NC2. Atiendo estrictamente las tareas y actividades que me asignan		,829	
NC1. Hago lo que es correcto y adecuado socialmente		,690	,292
NC3. Acato las reglas o normas de comportamiento		,681	,231
ML7. Pongo mucho empeño en mejorar mi rendimiento en las actividades que debo hacer	,468	,526	,256
TA1. Me siento a gusto en situaciones que pueden entenderse o interpretarse de diversas maneras			,704
TA2. Me gusta hacer cosas que ya han sido probadas con anterioridad			,690
TA4. Me surgen nuevas ideas al relacionar cosas o situaciones diferentes	,406	,296	,452

Método de extracción: análisis de componentes principales.
Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.^a
a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

3.4 Análisis de Ecuaciones Estructurales

Al realizar el análisis factorial confirmatorio mediante análisis de ecuaciones estructurales con el test original se mostró que ajuste general no fue adecuado: $\chi^2 (149) = 331.674$ ($p < .001$). CFI = .864, RMSEA = .063 (intervalo de confianza al 95% = .054-.072). Al realizar el análisis de ecuaciones estructurales con los 11 ítems identificados en la tabla 3, el análisis factorial confirmatorio mostró un ajuste general adecuado: $\chi^2 (41) = 61.853$ ($p < .05$), CFI = .971 RMSEA = .04 (intervalo de confianza al 95% = .017-.06). El ajuste analítico también fue apropiado, con saturaciones factoriales elevadas y estadísticamente significativas para todos los ítems, tal y como se puede observar en la Figura 1, y entre todas las dimensiones, como se muestra en la Tabla 4.

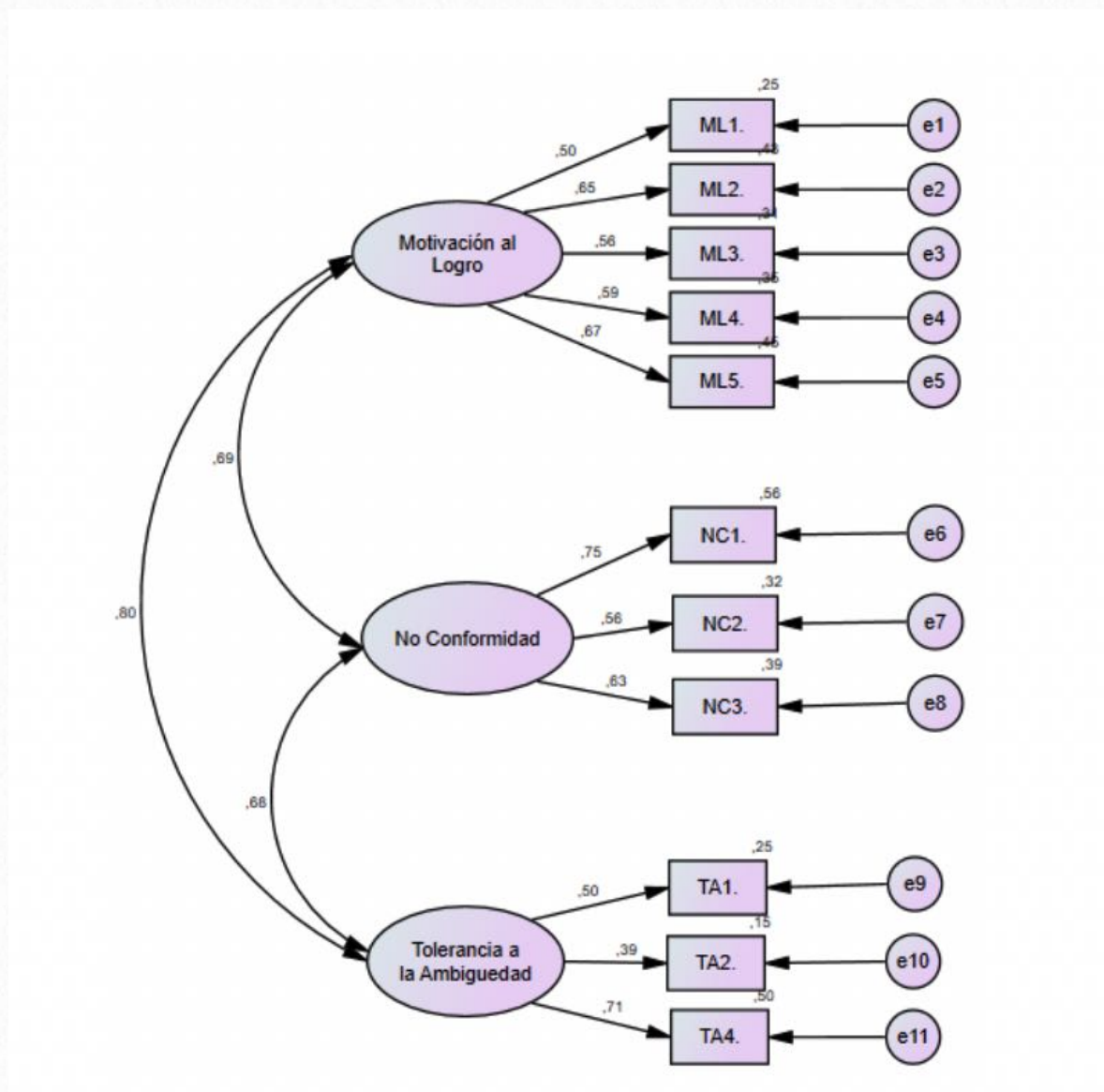


Figura 1. Saturaciones factoriales del análisis factorial confirmatorio propuesto para la Escala de Emprendimiento.

Tabla 4. Correlaciones entre los factores del análisis factorial confirmatorio.

	Motivación al Logro	No Conformidad	Tolerancia a la Ambigüedad
Motivación al Logro	--		
No Conformidad	.685	--	
Tolerancia a la Ambigüedad	.798	.684.	--

Notas: Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas ($p < .01$).

3.5 Prueba de Fiabilidad

Una vez realizadas las pruebas de validez se procedió a realizar las pruebas de fiabilidad mediante la prueba de Alfa de Cronbach, generando un valor para el test completo de 0,857.

Discusión de resultados:

En relación a la validación de contenido por expertos el IVC obtenido fue de 0.78, óptimo en este caso, ya que la validación no es determinante. Dadas las particularidades de esta prueba cualitativa, tras la evaluación los expertos pudieron aportar sus opiniones personales y críticas abiertamente en aquellos puntos del instrumento con los que estaban más en contra. A la hora de modificar el instrumento, se tuvieron en cuenta tanto las puntuaciones bajas numéricas, como los comentarios de los evaluadores, este procedimiento mejora la precisión como establece (Casasempere, 2013).

Seguidamente, el análisis factorial exploratorio el cual tiene por objetivo extraer un número menor de factores que expliquen la mayor parte de la varianza de la muestra, por lo que se trata de una técnica ampliamente utilizada y aceptada en este tipo de estudios (Ferrando & Anguiano-Carrasco, 2010; Llamazares Redondo & Berumen, 2011; Oliver & Galiana, 2015; Oliver, Galiana, Calatayud, & Piancentini-Genovart, 2016; Ruiz, Pardo, & Martín, 2010). Para determinar si los datos son adecuados para realizar el análisis factorial exploratorio se realizaron dos pruebas: Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) (Kaiser, 1974; Zhang et al., 2009) que tiene valores entre 0 y 1. Para el caso de esta prueba, cuanto más cerca de 1 más adecuados serán los datos; por el contrario, valores menores a 0.5 no se consideran adecuados para el procedimiento. Y el Bartlett's Test of Sphericity (Bartlett, 1937), prueba con la que se busca predecir si hay suficientes correlaciones significativas para llevar a cabo el análisis; en este caso mientras más cerca de 0, su significancia resulta más adecuada para efectos de la muestra. En todos los análisis realizados se obtuvieron valores de KMO y Barlett adecuados lo que permitió proseguir con el análisis de la matriz anti-imagen.

Posteriormente, se realizó un Análisis Factorial de tipo Exploratorio (AFEX), con el objetivo de identificar las variables explicativas que mejor analizan el Test de Comportamiento Innovador: Factor Personalidad y tratar de reducir el conjunto de indicadores (19) a un número menor de dimensiones. En este sentido, al realizar la matriz anti-imagen se excluyeron los ítems ML4, ML9, TA5 y TA6 y seguidamente ML6 lo cual permitió reducir a 14 ítems en el análisis factorial confirmatorio que explicaba la variabilidad del sistema. Cabe destacar que en general, este procedimiento permite analizar la estructura de las

correlaciones entre un gran número de variables, definiendo una serie de dimensiones subyacentes comunes, llamados factores (Tecla & Garza, 1981). Estos factores, al concentrar la información permiten describir y/o explicar los datos resultantes, en un número mucho menor de conceptos respecto de las variables originales, situación que finalmente facilita el desarrollo del trabajo al resaltar los puntos trascendentales, o bien aquellos que constituyen la estructura de lo que se busca explicar o bien de las variables que se pretende relacionar, dado que los resultados describen la correlación entre la variable y el factor. Cabe anotar que para que una variable tenga una correlación significativa con un factor, debe tener un coeficiente de correlación (carga factorial) de al menos 0.50 y auto valores (eigenvalores) mayores a 1.

Una vez realizado el Análisis Factorial Exploratorio que permitió determinar la consistencia y coherencia de los ítems dentro del instrumento, se procedió a realizar el Análisis Factorial Confirmatorio mediante la técnica de Rotación Varimax, como se observa en la Tabla 3, en la cual se indica que 3 componentes explican el 53.14% de la variabilidad total del modelo, coincidiendo con el número de factores establecidos en la escala inicial. De igual manera se observa que a excepción del ítem T3, todos los otros ítems corresponden al factor o dimensión que se estableció en el instrumento original, lo que indica una buena calidad en el diseño y el aporte de la validación por juicio de expertos.

La Tabla 3 también muestra que los ítems ML7 y ML8 se explican más de un componente, y como la motivación al logro ya tendría 5 ítems que explican de manera exclusiva una única componente se decidió excluir del test definitivo, por ende, el instrumento final consta de 3 factores: Motivación al logro con 5 ítems, no conformidad con 3 ítems y tolerancia a la ambigüedad con 3 ítems.

Otra forma de hacer el Análisis factorial confirmatorio fue a través del análisis de ecuaciones estructurales, mostrando que el modelo no es adecuado si se incluyen las 18 variables puesto que los valores de CFI y RMSEA no fueron adecuados, sin embargo, al realizar el análisis con los 11 ítems el modelo se muestra coherente mediante los parámetros estadísticos definidos. Lo anterior muestra que el instrumento final obtenido tiene la precisión necesaria como escala del comportamiento hacia el emprendimiento innovador.

Finalmente se muestra que la escala presenta un valor adecuado de Coeficiente Alpha de Cronbach (0,857), puesto que el valor mínimo generalmente aceptado como adecuado es de 0.70. En este sentido el instrumento no es solo preciso sino exacto, cumpliendo los requisitos de validación para que pueda ser utilizado en estudios relacionados al emprendimiento innovador

Conclusiones

La escala de comportamientos hacia el emprendimiento innovador: Factor personalidad, que se diseñó, validó y divulgó mediante este paper surge por la necesidad de contar con una métrica que trabaje con variables que han demostrado consistencia empírica en la valoración de las actitudes relacionadas con el emprendimiento generador de valor, en este caso: Tolerancia a la ambigüedad, No conformidad y Motivación al logro. El diseño que incluyó la adaptación de escalas validadas del mundo empresarial a estudiantes de educación básica y media y el aporte de la validación por expertos fue adecuado puesto que al realizar el proceso de rotación varimax solo un ítem no se explica en la componente correspondiente.

El test validado se caracteriza por su simpleza, debido a la eliminación de 5 variables a través de la matriz anti imagen y 3 más en el proceso de rotación varimax. Otro aspecto importante es la utilización de dos procedimientos para el análisis factorial confirmatorio, incluyendo el análisis de ecuaciones estructurales que permite indicar la coherencia del modelo planteado. Finalmente se indica que el instrumento presenta buena exactitud corroborada a partir de un valor de alfa de Cronbach mayor a 0.8, por lo que se cumple con el objetivo planteado de validar una escala de comportamientos hacia el emprendimiento innovador en estudiantes de educación básica y media.

Agradecimientos

Agradecimientos especiales al profesor Albeiro López por su apoyo estadístico, al Coordinador Departamental de programa ONDAS de COLCIENCIAS Moisés Hernández por facilitar el acercamiento con las instituciones educativas, igualmente a las I.E. San José, I.E.T.I Antonio Prieto, I.E. Policarpa Salavarrieta e I.E. San Vicente de Paúl, que permitieron la aplicación del instrumento.

A la Corporación Universitaria del Caribe – CECAR por el apoyo logístico y financiero.

Referencias:

Almeida, P. I. L., Ahmetoglu, G., & Chamorro-premuzic, T. (2014). Who Wants to Be an Entrepreneur - Relationship Between Vocational Interests and Individual Differences in Entrepreneurship. *Journal of Career Assessment*, 22(1), 102–112. <https://doi.org/10.1177/1069072713492923>

Bacq, S., & Alt, E. (2018). Feeling capable and valued: A prosocial perspective on the link between empathy and social entrepreneurial intentions. *Journal of Business Venturing*. Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2018.01.004>

Bartlett, M. S. (1937). Properties of Sufficiency and Statistical Tests. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 160(901), 268–282. <https://doi.org/10.1098/rspa.1937.0109>

Begley, T. M., & Boyd, D. P. (1987). Psychological characteristics associated with performance in entrepreneurial firms and smaller businesses. *Journal of Business Venturing*, 2(1), 79–93. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(87\)90020-6](https://doi.org/10.1016/0883-9026(87)90020-6)

Betz, N. E., Borgen, F. H., & Harmon, L. W. (1996). *Manual for the skills confidence inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

Bignotti, A., & le Roux, I. (2018). Discovering the entrepreneurial endowment of the youth. *African Journal of Economic and Management Studies*, 9(1), 14–33. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-02-2016-0020>

Brockhaus, R., Horwitz, P., Sexton, D. L., & Smilor, R. W. (1986). The psychology of the entrepreneur. En *The art and science of entrepreneurship*.

Busenitz, L. W., & Barney, J. B. (1997). Differences between entrepreneurs and managers in large organizations: Biases and heuristics in strategic decision-making. *Journal of Business Venturing*, 12(1), 9–30. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(96\)00003-1](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(96)00003-1)

Casasempere, A. V. (2013). INMIGRACIÓN Y ESCUELA RESILIENTE EN EDUCACIÓN PRIMARIA. UN ESTUDIO DE CASOS CON ALUMNADO DE FAMILIA INMIGRANTE. Universidad de Alicante. Recuperado a partir de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/36364>

Cicchetti, D. V. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. *Psychological Assessment*, 6(4), 284–290. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.6.4.284>

Clark, L. A., & Watson, D. (1995). Constructing validity: Basic issues in objective scale development. *Psychological assessment*, 7(3), 309. Recuperado a partir de http://psych.colorado.edu/~willcutt/pdfs/Clark_1995.pdf

Dyer, J. H., Gregersen, H. B., & Christensen, C. (2008). Entrepreneur Behaviors, Opportunity Recognition, And The Origins Of Innovative Ventures. *Strategic Entrepreneurship Journal*, (2), 317–338. <https://doi.org/10.1002/sej.59>

European Commission. (2010). Risk management in the procurement of innovation. Risk management in the procurement of innovation. Concepts and empirical evidence in the European Union. <https://doi.org/10.2777/92030>

Ferrando, P. J., & Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del psicólogo*, 31(1).

Filion, L. J. (2001). Entrepreneurs et propriétaires-dirigeants de PME. En P. A. Julien, PME, bilan et perspectives. *Cahier de recherche*, 1, 840–853.

Gilmartin, S. K., Shartrand, A., Chen, H. L., Estrada, C., & Sheppard, S. (2016). Investigating entrepreneurship program models in undergraduate engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 32(5), 2048–2065. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84992398740&partnerID=40&md5=7efe3940d199d92a0c1305a75e0c646a>

Gordon, L. V, Pando, A. C., & de la Cruz, M. V. (1977). Cuestionario de valores interpersonales (SIV). Tea.

Hatt, L. (2018). Threshold concepts in entrepreneurship – the entrepreneurs' perspective. *Education and Training*, 60(2), 155–167. <https://doi.org/10.1108/ET-08-2017-0119>

Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>

Jackson, D. N. (1974). *Personality research form manual*. Ontario: SIGMA Assessment Systems. Recuperado a partir de <http://www.sigmaassessmentsystems.com/wp-content/uploads/2016/03/PRF-Technical-Manual.pdf>

Junid, J., Ngah, R., Osman, C. A., Lajin, N. F. M., & Halil, N. H. A. (2017). A preliminary study of entrepreneurial personal traits amongst university students of science and technology cluster. *Advanced Science Letters*, 23(8), 7714–7718. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.9560>

Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31–36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>

Karimi, O., & Hamedi, R. (2016). Identification of effective factors of individual entrepreneurship in carpet exporter manufacturing unites. *International Business Management*, 10(15), 2994–2998. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84988568811&partnerID=40&md5=dbef1d4d749ed0744bf8560be4645486>

Kline, R. B. (1998). Software Review: Software Programs for Structural Equation Modeling: Amos, EQS, and LISREL. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 16(4), 343–364. <https://doi.org/10.1177/073428299801600407>

Lawshe, C. H. (1975). A Quantitative Approach To Content Validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>

Lim, S., & Envick, B. R. (2013). Gender and entrepreneurial orientation: A multi-country study. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 9(3), 465–482. <https://doi.org/10.1007/s11365-011-0183-2>

Liñán, F., & Chen, Y. (2006). Testing the Entrepreneurial Intention Model on a two-country Sample. *Documents de treball*, 06/7, 1–37.

Llamazares Redondo, F., & Berumen, S. A. (2011). *Los métodos de decisión multicriterio y su aplicación al análisis del desarrollo local*. Madrid, Esic Business & Marketing School.

Martens, C. D. P., Machado, F. J., Martens, M. L., Silva, F. Q. P. D. O. E., & Freitas, H. M. R. D. (2018). Linking entrepreneurial orientation to project success. *International Journal of Project Management*, 36(2), 255–266. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.10.005>

McLain, D. L. (1993). The Mstat-I: A New Measure of an Individual'S Tolerance for Ambiguity. *Educational and Psychological Measurement*, 53(1), 183–189. <https://doi.org/10.1177/0013164493053001020>

Michelacci, C. (2003). Low Returns in R & D Due To the Lack of Entrepreneurial Skills *. *The Economic Journal*, 113(1990), 207–225.

Ministerio De Economía Fomento y Turismo. (2015). *Pilotos para la incorporación de habilidades de innovación y emprendimiento en el sistema escolar*. Santiago de Chile.

Muralidharan, E., & Pathak, S. (2018). Sustainability, Transformational Leadership, and Social Entrepreneurship. *Sustainability*, 10(3), 567. <https://doi.org/10.3390/su10020567>

Mussons-Torras, M., & Tarrats-Pons, E. (2018). The entrepreneurial credibility model on students from nursing and physiotherapy. *Enfermeria Global*, 17(1), 309–323. <https://doi.org/10.6018/eglobal.17.1.280281>

Oliver, A., & Galiana, L. (2015). Development and Validation of the Escala de Actitudes Emprendedoras para Estudiantes (EAEE). *The Spanish journal of psychology*, 18, E14. <https://doi.org/10.1017/sjp.2015.14>

Oliver, A., Galiana, L., Calatayud, P., & Piancentini-Genovart, D. (2016). Medida del emprendizaje: adaptación y validación de la escala de actitudes emprendedoras EASS en profesores españoles in spanish teachers. *Revista Búsqueda*, 16, 41–52. Recuperado a partir de <http://revistas.cecar.edu.co/busqueda/article/view/167/157>

Packard, M. D. (2017). Where did interpretivism go in the theory of entrepreneurship? *Journal of Business Venturing*, 32(5), 536–549. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2017.05.004>

Park, S., & Jo, S. J. (2018). The impact of proactivity, leader-member exchange, and climate for innovation on innovative behavior in the Korean government sector. *Leadership & Organization Development Journal*, 39(1), 130–149. <https://doi.org/10.1108/LODJ-09-2016-0216>

Pedrosa García, I. (2015). Evaluación de la personalidad emprendedora mediante un test adaptativo informatizado. Universidad de Oviedo. Recuperado a partir de http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/33327/1/TD_ignaciopedrosa.pdf

Pereira, F. (2007). La evolución del espíritu empresarial como campo del conocimiento. Hacia una visión sistémica y humanista. *Cuadernos de Administración*, 20(34), 11–37.

Ruiz, M. A., Pardo, A., & Martín, S. (2010). Modelo de ecuaciones estructurales. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 34–45. Recuperado a partir de www.redalyc.org/articulo.oa?id=77812441004

Sabiu, I. T., Abdullah, A., Amin, A., & Tahir, I. M. (2018). An empirical analysis of the need for achievement motivation in predicting entrepreneurial persistence in Bumiputra entrepreneurs in Terengganu, Malaysia. *International Journal of Business and Globalisation*, 20(2), 190–202. <https://doi.org/10.1504/IJBG.2018.089867>

Safin, R. S., Shaidullina, A. R., Alikhanova, R. A., Muskhanova, I. V, Yusupkhadzhieva, T. V, Dzhamalkhanova, L. A., ... Akhmetov, L. G. (2016). Innovative entrepreneurship in education: A new look in the students training content and existing problems. *International Review of Management and Marketing*, 6(2), 51–56. Recuperado a partir de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84959234477&partnerID=40&md5=e2396cae30c581157d7e501428c13dc7>

Sánchez García, J. C. (2010). Evaluación de la personalidad emprendedora: Validez factorial del cuestionario de orientación emprendedora (COE). *Revista Latinoamericana de Psicología*, 42(1), 41–52.

Schumpeter, J. A. (1950). The march into socialism. *The American Economic Review*, 40(2), 446–456.

Shdaimah, C. S., & McGarry, B. (2018). Social Workers ' Use of Moral Entrepreneurship to Enact Professional Ethics in the Field : Case Studies from the Social Justice Profession. *The British Journal of Social Work*, 48(1), 21–36. <https://doi.org/10.1093/bjsw/bcx013>

Soo Sung, C., & Park, J. Y. (2018). Sustainability orientation and entrepreneurship orientation: Is there a tradeoff relationship between them? *Sustainability (Switzerland)*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020379>

Steiger, J. H., & Lind, J. C. (1980). Statistically-based tests for the number of common factors. En Annual Spring Meeting of the Psychometric Society. Iowa. Recuperado a partir de http://amosdevelopment.com/webhelp/steiger_lind_1980.htm

Stormer, F. A., Kline, T., & Goldenberg, S. (1999). Measuring entrepreneurship with the General Enterprise Tendency (GET) Test: criterion-related validity and reliability. *Human Systems Management*, 18(1), 47. Recuperado a partir de <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=63b61d8f-6032-4396-a0b5-af00e44aad47@sessionmgr112&vid=3&hid=122>

Tanaka, J. S. (1993). Multifaceted conceptions of fit in structural equation models. Sage focus editions, 154, 10.

Tecla, A., & Garza, A. (1981). *Teoría, Métodos y Técnicas de la Investigación social*. Ediciones del Taller Abierto.

Tellegen, A. (1982). Brief manual for the differential personality questionnaire. Unpublished manuscript, University of Minnesota.

Tellegen, A., & Waller, N. G. (2008). Exploring personality through test construction: Development of the Multidimensional Personality Questionnaire. *The SAGE handbook of personality theory and assessment*, 2, 261–292.

Verheul, I., Wennekers, S., Audretsch, D., & Thurik, R. (2001). An eclectic theory of entrepreneurship: policies, institutions and culture. Erasmus. https://doi.org/10.1007/0-306-47556-1_2

Zhang, G., Preacher, K. J. K., Luo, S., Zientek, L. R., Thompson, B., Zhang, X., ... Calvo, L. (2009). Analysis of quasi-experimental time-series designs. *Multivariate Behavioral Research*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1207/s15327906mbr1201>

Anexos

Anexo 1. Escala de comportamientos hacia el Emprendimiento Innovador: Factor Personalidad.

En este apartado queremos conocer algunos rasgos de personalidad que poseen los estudiantes y relacionarlos con sus habilidades para la innovación. Se requiere que el estudiante responda de manera sincera a cada una de las preguntas establecidas para realizarles un adecuado diagnóstico.

Institución:
Nombre:
Edad:
Curso:

Instrucciones:

Debes seleccionar con una X la opción que mejor represente la respuesta a cada una de las siguientes preguntas, teniendo únicamente las siguientes opciones:

1. Totalmente en desacuerdo (TD)
2. Más o menos en desacuerdo (DA)
3. Ni de acuerdo, ni en desacuerdo (N)
4. Más o menos de acuerdo (A)
5. Totalmente de acuerdo (TA)

Ítems	Opciones de respuesta				
	TA	A	N	DA	TD
Motivación al logro	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. Respondo con facilidad ante un evento inesperado					
2. Me gusta establecer metas realistas y alcanzarlas.					
3. Suelo ir más allá de lo que me piden que haga					
4. Me gustan los retos que me ponen a prueba					
5. Percibo las nuevas situaciones como oportunidades					
No conformidad	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. Hago lo que es correcto y adecuado socialmente					
2. Atiendo estrictamente las tareas y actividades que me asignan					
3. Acato las reglas o normas de comportamiento					
Tolerancia a la ambigüedad	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1. Me siento a gusto en situaciones que pueden entenderse o interpretarse de diversas maneras					
2. Me gusta hacer cosas que ya han sido probadas con anterioridad					
3. Me surgen nuevas ideas al relacionar cosas o situaciones diferentes					

10

Atributos diferenciadores de los elementos de un sistema de autoevaluación y autorregulación para una IES

Astrid Liliana García Córdoba

Institución Universitaria Colegios de Colombia - Unicoc
Colombia

Sobre la Autora:

Astrid Liliana García Córdoba: Máster en Evaluación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación, Directora de Evaluación Institucional, Institución Universitaria Colegios de Colombia – Unicoc. Experiencia profesional en educación superior, asuntos curriculares, evaluación docente, procesos de autoevaluación y aseguramiento de la calidad de programas e instituciones a nivel nacional. Publicación en revista digital denominada Aseguramiento interno de la calidad de la educación superior en Colombia: convergencias y divergencias desde la experiencia chilena.

Correspondencia: liliana.garcia.cord@gmail.com

Resumen

Un Sistema de Autoevaluación y Autorregulación 'SAA' contribuye al fortalecimiento institucional a través de tres elementos: el establecimiento de criterios de calidad acorde al quehacer institucional y requerimientos nacionales, un modelo de autoevaluación basado en un diseño estratégico y participación de la comunidad académica, y un modelo de aseguramiento interno de la calidad enfocado a la gestión institucional y generación de conocimiento. Así, esta investigación plantea como objetivo principal proponer los atributos de los elementos de un SAA para una Institución de Educación Superior 'IES' acorde a su naturaleza. La investigación se basa en el modelo de evaluación de Stake (2006); el enfoque usado es de tipo cualitativo con plan de análisis de corte cuantitativo, es de tipo descriptivo y se usó los métodos de revisión documental, análisis de contenido y encuesta. Se evidencia que existe desarticulación de los elementos del SAA de la Institución de Análisis centrándose en la consecución de un fin específico. Esta investigación incluyó estudios comparativos de estos elementos en otras instituciones y sistemas nacionales e internacionales, lo que permitió generar la propuesta la cual

puede ser aplicada a cualquier IES con características similares.

Palabras Claves: Autoevaluación. Autorregulación. Calidad. Aseguramiento Interno de la Calidad, registro calificado, acreditación de alta calidad.

Differentiators attributes of the elements of a self-assessment and self-regulation system for a HEI

Abstract

A self-assessment and self-regulation system 'SSS' contributes to institutional strengthening, through three principal elements: quality criteria establishment according to institutional nature and national regulations, a self-assessment model based on strategic design and academic community participation, and an internal quality assurance model focused on institutional management and knowledge generation. Thus, this research's main objective is to propose the SSS elements' attributes to a higher education institution 'HEI' according to its nature. The research is based on Stake's evaluation model (2006) and was developed according to the qualitative

focus with the quantitative analysis plan, descriptive type and used the following methods: documentary review, content analysis and survey. The main result is that the Institution's SSS focuses on achieving specific goals. This research included comparative studies of these elements in other institutions and national and international systems. As a result, the proposal can be applied to any HEI with similar characteristics.

Keywords:

Self-assessment, self-regulation, quality, quality intern assurance. Qualified license, high quality accreditation.

Introducción

El Sistema de Aseguramiento de la Calidad para la Educación Superior ‘SACES’ en Colombia parte de dos niveles: Registro Calificado y Acreditación de Alta Calidad. En Colombia la preocupación ha sido incrementar la tasa de cobertura en Educación Superior, donde el informe del Centro Interuniversitario de Desarrollo Andino ‘CINDA’ (2016) establece que ‘el no contar con una política de calidad que acompañe el aumento de cobertura, incide negativamente en la calidad de la oferta educativa’ (pág 34).

Siendo así, el SACES ha presentado atrasos en su implementación y ha generado saturación del mercado dada la oferta académica, donde según lo reportado por el Sistema Nacional de Información para la Educación Superior ‘SNIES’(2017) existen cerca de 14.000 programas en los diferentes niveles de formación y una baja calidad de los mismos dado que solamente cerca del 13% se encuentran acreditados; sin encontrar en la actualidad evidencia científica del impacto de la acreditación tanto en la calidad como en la generación de conocimiento de las diferentes disciplinas.

Por ello, las Instituciones deben centrar sus esfuerzos en su Sistema de Autoevaluación y Autorregulación ‘SAA’ que propenda por la calidad de su oferta académica, pero a la fecha no se cuentan con estudios específicos que articulen los tres elementos del SAA: criterios de calidad ‘CC’, modelo de autoevaluación ‘MAI’ y aseguramiento interno de la calidad ‘AIC’, sino que se cuenta con estudios independientes.

En términos de CC, como lo establece Barinas (2010) es el Estado quien debe determinar y garantizar las condiciones necesarias para el desarrollo de la población, en consecuencia en los años 90 se establece el Sistema Nacional de Acreditación ‘SNA’ y a través del Consejo Nacional de Acreditación ‘CNA’ se consolidan los primeros lineamientos de acreditación de alta calidad, donde al inicio de su funcionamiento Manrique (1996) afirma que lo planteado por el CNA permite una evaluación objetiva para confrontar criterios e indicadores preestablecidos, sin embargo Roa (2003) y Gómez y Celis (2009) establecen que existe un vacío en el primer momento de evaluación respecto a la definición de CC y donde en los dos niveles del SACES se establecen indicadores de resultados más no de logros; al respecto Gartner (2014) concluye que el SNA presenta un gran desafío para “garantizar la concordancia entre el modelo de evaluación propuesto y la heterogeneidad de

las IES” (pág. 4) y finalmente el CNA (2017) afirma que es la Institución la que debe articular dichos criterios con su quehacer.

Por lo anterior Molano y Neira (2009) realizaron una aproximación a la Universidad de la Salle y definieron 4 ejes de calidad acorde a la naturaleza y contexto institucional, pero si bien se realizó esta reflexión en pro del establecimiento de ejes de calidad, la Institución asume los CC planteados por el CNA (Universidad de La Salle, 2017).

Como primeros antecedentes respecto al funcionamiento del modelo de autoevaluación CNA, se encuentran Urbano (2007) y Blanco (2010) quienes concuerdan que el modelo debe rediseñarse con el fin de minimizar la subjetividad de los juicios, sugiriendo robustecer el modelo bajo la ampliación de métodos e instrumentos y la comunicación entre quienes evalúan y los actores internos; donde en términos de modelos internos solamente se cuenta a con un estudio por parte del CNA1 (2014), donde se analiza la estructura y funcionamiento de los modelos en las IES del país, concluyendo que cerca del 93% asume sus lineamientos.

En términos de AIC Toro (2012) establece que existe un ciclo de efectividad institucional donde la ejecución debe estar acorde a la planeación y la misma debe ser complementada con procesos evaluativos bajo 4 elementos básicos: plan de desarrollo, ejecución, evaluación y planes de mejoramiento. Sin embargo, en el año 2014 en un estudio realizado por el CNA2 (2014) se establece que son pocas las IES que han logrado consolidar un sistema de AIC y propone un modelo fundamentado en procesos, al igual que Fabela (2013) quien propone un modelo para una IES en México fundamentado en el modelo Arcaro que se complementa con 3 factores: modelo educativo, vinculación con el mercado y factor gobierno del país. Como referencia complementaria y bajo el enfoque de procesos, existen estudios como el de Merino (2007) quien plantea un modelo de gestión del conocimiento ‘Intellectus’ basado en el planteamiento de Tkachuk (2007) quien argumenta que este tipo de modelos “facilitan y optimizan la captación, descubrimiento, almacenamiento, difusión y transmisión del conocimiento” (pág. 1000). A pesar de los esfuerzos en Colombia, el informe del CINDA (2016) establece que no se evidencian estudios de análisis de gestión de las IES.

Es así, que como una aproximación a lo que se denomina SAA en esta investigación, se encuentra lo planteado por la Institución Ce-Art (2017) que relaciona un esquema general de SAA enfocado en la consecución del registro calificado.

Por lo anterior, se evidencia que a lo largo de las últimas dos décadas y media, el SACES, ha propendido por el mejoramiento de la calidad tanto de los programas académicos como de sus instituciones (ver normatividad planteada por Ministerio de Educación Nacional 'MEN' y CNA en referencias). Sin embargo, el sistema interno en cada institución ha presentado bajos avances en su elaboración e implementación, donde es en la última década que se inicia el fortalecimiento de los mecanismos de diagnóstico a nivel interno bajo parámetros realmente externos.

Igualmente, el análisis de la gestión institucional se ha visto permeada por herramientas desde lo administrativo, tratando de ir ajustando las prácticas empresariales a instituciones prestadoras de servicios de educación; por ello, los esfuerzos han sido independientes dejando interrogantes en los sistemas internos de las instituciones, es decir, en sus SAA.

Sin ser ajenos a lo anterior, la Institución de análisis 'IA' -Institución Universitaria, con oferta académica a nivel de pregrado y posgrado en 3 áreas del conocimiento, oferta programas del área de la salud y posee escenarios de práctica bajo integración de propiedad - asume el modelo de programas de pregrado propuesto por el CNA (2013) y no ha logrado posicionar desde su autonomía un MAI que dialogue con el modelo nacional, sumándose al 93% de las IES que presenta una clara influencia por parte del CNA en la construcción del mismo.

En términos del análisis de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación 'SAA' de la IA, estarían operando de manera independiente bajo un fin específico, dado que su primer elemento denominado criterios de calidad 'CC', responde a los lineamientos de acreditación del Consejo Nacional de Acreditación 'CNA' para programas de pregrado, dejando de lado los criterios de evaluación de prácticas formativas denominadas relación docencia-servicio para programas del área de la salud y acreditación de instituciones. Es importante anotar que si bien Colombia ha optado por lineamientos de autoevaluación de programas académicos con fines de acreditación por niveles de formación (pregra-

do y posgrado) y un avance en criterios por áreas de conocimiento como lo es el de las especialidades médico-quirúrgicas, igualmente, existen lineamientos en materia de evaluación de la relación docencia-servicio para programas de salud como primer paso para obtener la licencia de funcionamiento de un programa académico. Acorde a lo anterior, la IA debería incluir dichos lineamientos en su SAA, dado que cerca del 87% de sus estudiantes forman parte de esta área del conocimiento y el plan de desarrollo proyecta la acreditación institucional.

En consecuencia, el segundo elemento: modelo de autoevaluación institucional 'MAI', al enfocarse en los criterios de evaluación de programas académicos, su proceso de reflexión se encuentra en función del programa y no en el análisis de la Institución en su conjunto; igualmente desarticula los criterios de calidad establecidos a nivel nacional para Educación Superior, articulando la Institución al modelo y no apropiando el modelo a la Institución. Finalmente, el Aseguramiento Interno de la Calidad 'AIC' se centra en la operatividad del MAI y no en la gestión institucional ni en la gestión del conocimiento. Aunque se parte del conocimiento de la estructura de cada elemento y sus componentes, acorde a la documentación institucional, se desconoce el grado de articulación entre los 3 elementos y por ello surge el interés de analizar dicha articulación y generar una propuesta que contribuya al fortalecimiento Institucional, dado que la IA cuenta con 2 registros calificados inactivos³ y no realizó la solicitud de renovación de la acreditación de 1 de sus programas académicos.

Es así como esta investigación plantea la siguiente pregunta de investigación: desde la práctica institucional, ¿cuáles podrían ser los atributos diferenciadores de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación, que permitan el fortalecimiento institucional de la IA? A raíz de la misma se estableció como objetivo general proponer los atributos diferenciadores de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación, acorde a la naturaleza de una Institución de Educación Superior. Este objetivo se logrará a través de 3 objetivos específicos a saber: 1) analizar el funcionamiento de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación vigentes de la IA, 2) comparar los componentes de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación, bajo referentes nacionales e internacionales, que puedan ser aplicados a la IA y 3) generar una propuesta

de atributos diferenciadores de los elementos del sistema de autoevaluación y autorregulación, que se articulan a la naturaleza de la IA.

Marco referencial

En términos de calidad acorde a las posturas de la UNESCO (1991), el MEN (2011-2014) y el CNA (2013), ésta se define como la coherencia entre el decir y el hacer enmarcado en los proyectos educativos de la institución educativa, es decir, acorde a su quehacer institucional y bajo parámetros específicos acorde al contexto institucional.

Teniendo claro este concepto, la autoevaluación acorde a lo establecido por Gairín (1993) y los lineamientos CNA (2013) si bien se tiene en cuenta que es una herramienta diagnóstica, la misma se enfoca en términos estratégicos, considerándola como herramienta de gestión y planeación interna, la cual además de permitir la identificación e intervención permanente de acciones en pro del mejoramiento continuo, se articula a la planeación institucional lo que contribuye a la evaluación formativa y no solamente de resultados bajo el principio de transparencia.

En términos de autorregulación se analiza lo planteado por el estudio del CNA (2014), donde se evidencia que en Colombia la autorregulación se ha considerado como el proceso que se desprende de la autoevaluación, sin embargo, esta investigación considera la autorregulación como la capacidad que tiene una IES de generar sus propios cambios a través de diferentes mecanismos de supervisión y control acorde a su planeación de desarrollo, bajo la formulación de planes de mejoramiento a corto y mediano plazo, dado que son parte integral del plan de desarrollo, la autorregulación debe estar fundamentada en el mejoramiento continuo de toda institución.

Bajo el anterior concepto y en pro del fortalecimiento de las IES, además de contar con políticas, procesos y procedimientos internos bajo unidades específicas para su ejecución, éstas deben plantear y ejecutar acciones claras y articuladas a su gestión institucional, por ello, surge el concepto de aseguramiento interno de la calidad, el cual, acorde a lo planteado por Woodhouse (OECD, 1999) citado por OCDE (2013), OCDE (2002), MEN (2013) y CNA (2014), se asume el aseguramiento interno de la calidad como aquellas ac-

ciones que se llevan a cabo al interior de la IES en pro del mejoramiento continuo bajo la gestión institucional y no solamente enfocado en procesos.

Es así, que la autorregulación abarca el concepto de aseguramiento interno y deja de entenderse desde el resultado de la autoevaluación, se concibe como la articulación entre las acciones, procesos, seguimiento, control acorde a la planeación de desarrollo institucional en pro de la gestión institucional y generación del conocimiento. Por ello, se denomina SAA, concepto distanciado de lo planteado por el CNA, donde básicamente asume el SAA como la estructuración e implementación de un MAI.

En términos de evaluación, se establece que ésta se basa en la comparación de dos momentos para poder establecer los logros obtenidos y las mejoras a implementar, centrada en la generación de valores de las cosas con parámetros previos que conlleva a la toma de decisiones bajo las conclusiones y recomendaciones que se desprenden del proceso evaluativo (implícito en un plan de mejoramiento) (Coffman, 2004, párr. 2). Partiendo de este criterio, a finales de los años 30, Tyler como pionero de la evaluación educacional y bajo el enfoque positivista, plantea un modelo de evaluación basado en objetivos (Cordero & García, 2004), en el mismo sentido pero desde un enfoque interpretativista, Robert Stake (1975) plantea un modelo de evaluación comprensivo o respondiente basado en la observación, interpretación y análisis descriptivo y finalmente en el año 2006, el mismo autor establece la evaluación comprensiva y la evaluación basada en estándares (Stake, 2006) donde la primera se entiende como una evaluación de tipo cualitativo que responde a una fuente de información basada en experiencias, donde el evaluador se familiariza con el evaluando y genera una interpretación intuitiva; y la segunda es de tipo cuantitativo, donde por medio de sus diferentes factores (necesidades de los receptores, objetivos, criterios, estándares, pesos, rendimientos y costes) se generan mediciones que reducen el sesgo de subjetividad.

Por ello, el autor relaciona que las dos fuentes de información en una evaluación son complementarias y pueden combinarse los dos enfoques (Stake, 2006), aunque puede que existe prevalencia en alguno de los dos. Es así, que esta investigación se fundamenta en el modelo de evaluación planteado por Stake (2006).

Metodología

Esta investigación parte desde un enfoque cualitativo con tratamiento cuantitativo desde el plan de análisis de resultados de encuestas, asimismo es de tipo descriptivo y su diseño es no experimental puesto que es una investigación que genera relación e interacción entre categorías y subcategorías sin manipulación de las mismas (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), y usa fuentes de información tanto documental como de percepción. Se resalta que la percepción parte de las creencias producto de acciones, estableciéndose “como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social” (Vargas, 1994, pág 3). Las categorías corresponden a CC, MAI y AIC. Se contó con los métodos de revisión documental, análisis de contenido y encuesta; partiendo del análisis del funcionamiento del SAA en la IA con estudios comparativos respecto a los lineamientos de calidad a nivel nacional, estructura del MAI de instituciones a nivel nacional y modelos de AIC con enfoque de gestión institucional y generación de conocimiento. Se contaron con herramientas de fichas de análisis, matriz de triangulación y evaluación y cuestionarios.

En el primer objetivo, se establecieron 3 categorías -criterios de calidad, modelo de autoevaluación y aseguramiento interno de la calidad- con un total de 14 subcategorías las cuales permitieron el análisis del funcionamiento del SAA bajo las técnicas de análisis de estadística descriptiva e inferencial, a través del análisis univariado con variables cualitativas nominales y ordinales, se realizaron gráficos de barras y sectores, y tablas de frecuencia; se usó el análisis bivariado a partir de un modelo de regresión a través del origen basado en puntuaciones de percepción con el fin de determinar los pesos de cada categoría.

La documentación analizada, corresponde a información que reposa en los archivos de la IA, que cuentan con acto administrativo o es información de dominio institucional la cual guarda relación con la calidad, autoevaluación, autorregulación, metodología para la aplicación del modelo, cultura de autoevaluación, aseguramiento de la calidad, la documentación seleccionada correspondió a Proyecto educativo institucional – PEI, Modelo de autoevaluación institucional – MAI, Actas de los diferentes comités a nivel institucional, Estructu-

ra organizacional de la Institución, Estructura académico-administrativa, Reglamentos y Estatutos.

Para la técnica de encuesta se aplicaron los instrumentos a 584 estudiantes, 104 docentes, 86 administrativos, 35 directivos y miembros de órganos colegiados, previa aplicación de prueba piloto -10% de la muestra establecida-. La muestra efectiva fue significativa con nivel de confianza del 95% y un margen de error inferior al 10%, obteniendo estimadores insesgados que permitieron realizar inferencia sobre la percepción de la población por cada actor (IA, 2017).

Posteriormente, se diligenció la matriz de triangulación y de evaluación de la información, con el fin de conocer el grado de cumplimiento del SAA de la IA, en la cual se contrastó la información documental, las evidencias en la ejecución y la percepción de los diferentes actores, generando con ello una calificación final desde cada subcategoría acorde a la siguiente escala de gradación: cumple plenamente (91% – 100%), cumple en alto grado (81% – 90.9%), cumple aceptablemente (71% – 80.9%), cumple insatisfactoriamente (61% – 70.9%) y no cumple (<60.9%).

Con el análisis de cada subcategoría, se analizó si el funcionamiento responde a lineamientos externos e internos, si existe apropiación por parte de la comunidad académica y si existe articulación entre los elementos del SAA de la IA.

En el objetivo 2 se relacionaron 3 categorías, donde se compararon los elementos del SAA bajo referentes nacionales e internacionales, lo cual permitió analizar las buenas prácticas que en su defecto podrían ser aplicadas a la IA. Se contaron con los métodos de revisión documental y análisis de contenido, donde se realizaron estudios comparativos a través de fichas de análisis, que permitieron tomar las buenas prácticas tanto de instituciones similares como de sistemas nacionales e internacionales. La documentación analizada correspondió a: Decreto 1075 de 2015. Capítulo V (MEN), Lineamientos para la acreditación de programas académicos e instituciones (CNA), Modelo de evaluación de las prácticas formativas (ACFO), Universidad del Bosque: Modelo institucional de autoevaluación, Universidad Nacional: Modelo de autoevaluación de programas de pregrado, Universidad del Valle: Modelo de autoevaluación de programas de pregrado y posgrado, Modelo ARCU-

SUR, Modelo de aseguramiento interno de la calidad – CNA, Modelo de gestión institucional Chile y Modelo de Gestión del conocimiento.

En el último objetivo (3), se estableció la categoría de elementos del SAA de la IES, que parte del análisis de cumplimiento de la IA del objetivo 1 y los referentes comprados del objetivo 2, lo cual permitió realizar la propuesta final de la IA, articulando los criterios de calidad, modelos de autoevaluación y aseguramiento interno de la calidad acorde a la naturaleza de la IA. Lo anterior se realizó por medio del método de análisis de contenido.

Para validez y confiabilidad de los instrumentos bajo percepción se contempló lo propuesto por García y Medina (2015) contando con pruebas de validez de contenido (juicio de expertos) y de constructo (análisis factorial) así como una prueba de confiabilidad interna (alfa de Cronbach).

Resultados

Objetivo 1. Análisis del funcionamiento del SAA de la IA

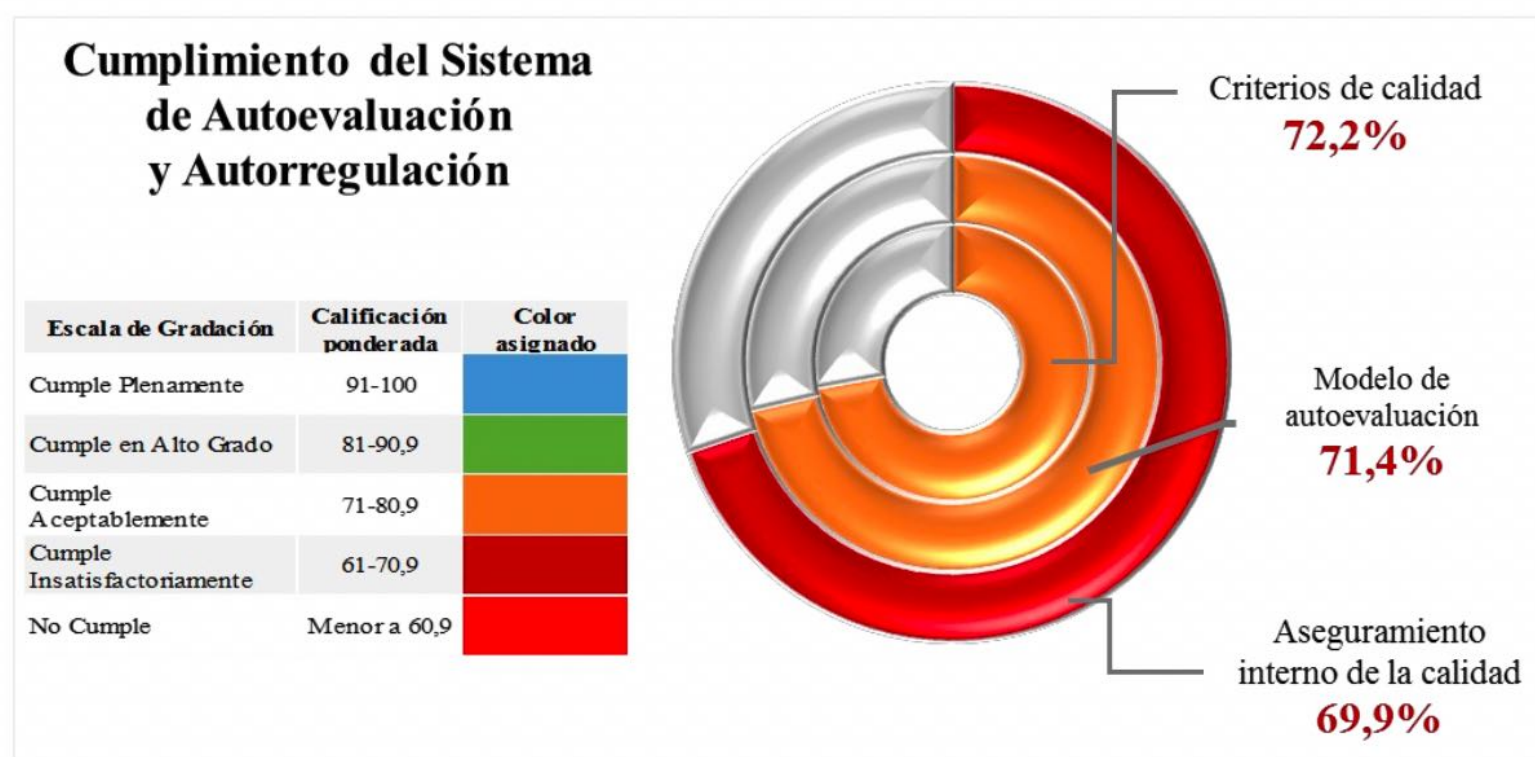


Ilustración 1. Cumplimiento del SAA de la IA

El funcionamiento del SAA de la IA presenta un cumplimiento ponderado insatisfactorio del 70,15% acorde al peso establecido en los coeficientes no estandarización del modelo

de regresión (CC=17.9%, MAI=38.8% y AIC=42.3%); donde al tener en cuenta la relevancia jerárquica de las categorías los esfuerzos institucionales deben encaminarse en acciones de corto plazo que incidan en el funcionamiento efectivo de la estructura organizacional, el direccionamiento, la planeación y la consecución de recursos que permitan el mejoramiento de las condiciones de calidad de la oferta académica.

En cuanto al cumplimiento consolidado de las 14 subcategorías, el 51,7% se encuentran entre cumplimiento de alto grado y cumplimiento aceptable, siendo las etapas y fuentes metodológicas del MAI las que presentan mayor claridad dada la consolidación documental a nivel institucional. Igualmente, se resalta que existe claridad parcial de la estructura organizacional y direccionamiento institucional.

Al contrastar la documentación institucional existente y vigente en términos de síntesis global y los resultados bajo percepción, se evidencia que la IA ha propendido por cumplir con su política de aseguramiento de la calidad, a través del establecimiento de criterios y herramientas que permiten diagnosticar y apuntar hacia el mejoramiento de su promesa de valor. Por ello, la Institución desde su Proyecto Educativo Institucional direcciona esta herramienta a la adopción del modelo de acreditación propuesto por el CNA, la cual asocia CC de programas académicos de pregrado, afectando su autodiagnóstico acorde a su contexto y quehacer y enfocando la operatividad del modelo al funcionamiento de la institución al programa y no analizando el aporte del programa al fortalecimiento institucional.

En términos del AIC, si bien el proceso de autoevaluación se ha ido articulando de manera gradual a la autorregulación institucional desde el establecimiento de estrategias en la nueva ruta institucional la cual se basó en un proceso de reflexión interno acorde a los cambios misionales iniciados a finales del año 2015 con la modificación del PEI, el AIC se ha asumido desde la interacción de las instancias y la garantía de los procesos internos en términos de eficiencia, generando una articulación parcial entre el MAI y el AIC, dado que el segundo se encuentra bajo un enfoque de procesos centrando sus esfuerzos en el reconocimiento de la alta calidad de su oferta académica.

Objetivo 2. Análisis comparativos bajo referentes nacionales e internacionales

CC: Para poder realizar la asociación se estableció una codificación desde las condiciones de calidad y los aspectos a evaluar de cada lineamiento, posteriormente se realizó un comparativo desde cada criterio por lineamiento con el fin de buscar similitudes en los planteamientos y alcances de los mismos. Para poder relacionar de manera específica los criterios contemplados en el modelo de la relación docencia-servicio con los criterios básicos de calidad, se realiza un análisis de las características contempladas en cada factor. Cabe resaltar, que la primera asociación se realiza con las condiciones básicas dado que este proceso es el primer paso para la obtención o renovación de Registro Calificado, sin el aval de la relación docencia-servicio, la institución no podrá ofertar programas académicos en el área de salud. Con base en lo anterior, el comparativo establece que:



Ilustración 2. Asociación entre CC establecidos a nivel nacional

Los criterios de la relación docencia-servicio de la IA se asocian a 10 condiciones básicas de calidad, donde al contar con escenarios propios para el desarrollo de las prácticas formativas se hace necesario esta asociación para conocer el funcionamiento de la relación. La condición que mayor asociación presenta corresponde a la organización de actividades académicas, dado que en ella se establece la existencia de la relación bajo convenios, la organización a través del reglamento y el comité de prácticas formativas, así como la delegación progresiva de responsabilidades establecidas en el anexo técnico. Igualmente, la relación docencia-servicio debe contar y especificar el recurso humano, físico y de recursos para su realización, motivo por el cual se asocia a las condiciones de planta docente, organización académico-administrativa y recursos financieros. Finalmente, acorde

a la naturaleza de la Institución, las prácticas formativas deben evidenciar el impacto social desde sus escenarios de desarrollo y de los espacios destinados para la proyección social en el área de la salud, de ahí su asociación con la condición de relación con el sector externo.

Las condiciones básicas se relacionan con los lineamientos de acreditación de programas académicos, siendo éstas el primer escalón en materia de calidad dado que, sin el cumplimiento de las mismas no se puede acceder al proceso de acreditación de programas académicos.

Acorde al esquema general, las condiciones básicas no dan cumplimiento puntual al factor de misión, visión y PEI, si bien dichos postulados se establecen en la condición de contenidos curriculares los mismos se relacionan de manera general sin un análisis puntual, tal como se realizan desde el lineamiento de acreditación de programas académicos.

Respecto a los criterios establecidos en los lineamientos de acreditación de programas académicos, los mismos dan cuenta de manera puntual de la calidad de la oferta académica de la IES, sin embargo, y acorde a la naturaleza de la IA la relación docencia servicio solamente enfoca a la existencia y utilización de convenios, capacidad instalada acorde al número de estudiantes y los recursos institucionales, nivel de formación del talento humano y las dinámicas de la administración de la relación.

En cuanto al análisis de los lineamientos de acreditación de programas académicos y de instituciones se puntualiza que el cumplimiento de los primeros permite acceder al segundo, motivo por el cual el proceso asume el cumplimiento de una segunda base y por ello, estos lineamientos se establecen más desde un enfoque macro, enfocando su planteamiento desde un esquema de postulados, orientaciones y cumplimiento de las mismas bajo un primer acercamiento al enfoque de gestión institucional.

Modelos de autoevaluación: se analizaron 3 instituciones de educación superior colombianas (Universidad del Valle, Universidad Nacional de Colombia y Universidad del Bosque), universidades que han apropiado el modelo propuesto por el CNA en la estructuración bien sea de características, aspectos a evaluar o indicadores, logrando diferencias sustanciales acorde a su quehacer y contexto, adicional, son universidades que cuentan

con programas en el área de la salud, motivo por el cual se seleccionaron para este análisis. Igualmente se reitera que la IA asume puntualmente los lineamientos CNA de programas de pregrado y por consiguiente, al revisar dichos lineamientos de manera directa se analiza a la IA.

Las **fuentes** establecidas en el modelo propuesto por el CNA hacen alusión a fuentes documentales, estadísticas secundarias y a datos de percepción donde las instituciones analizadas las asumen a cabalidad y solamente la Universidad del Valle complementa estas fuentes con talleres y reuniones para minimizar la subjetividad del análisis.

Al analizar la **estructura** de los modelos nacionales, los mismos guardan relación directa con los lineamientos CNA de programas de pregrado e instituciones. Solamente el lineamiento del Sistema de Acreditación Regional de Carreras Universitarias ARCU-SUR y el de relación docencia-servicio presentan diferencia respecto al aspecto a evaluar, donde el primero lo establece como un criterio de calidad y el segundo lo establece como condición a evaluar.

Etapas metodológicas: los lineamientos del CNA, ARCUSUR, Relación docencia-servicio y la Universidad Nacional, plantean etapas metodológicas en términos estratégicos, iniciando por la planeación del proceso y finalizando con elaboración de informe y retroalimentación.

El **aseguramiento interno de la calidad** fundamentado en la gestión institucional, permite el estudio de la institución en su conjunto y complementa como fase final, el diagnóstico de ese quehacer en términos de articulación institucional está acorde al establecimiento y ejecución de acciones en pro del mejoramiento continuo. Por ello, se comparan el modelo de gestión institucional de Chile, el modelo Intellectus y el modelo propuesto por el CNA.

Para poder realizar el comparativo y posterior asociación, se inicia por el modelo chileno, dado que al ser un proceso obligatorio establece pautas específicas que pueden articularse de manera más sencilla al modelo de Colombia. Finalmente, al centrarse en un modelo centrado en la ejecución de los procesos, se articula al modelo Intellectus con el fin de ge-

nerar valor agregado a través del fortalecimiento del capital intelectual. A continuación se relaciona el esquema general de cada modelo:

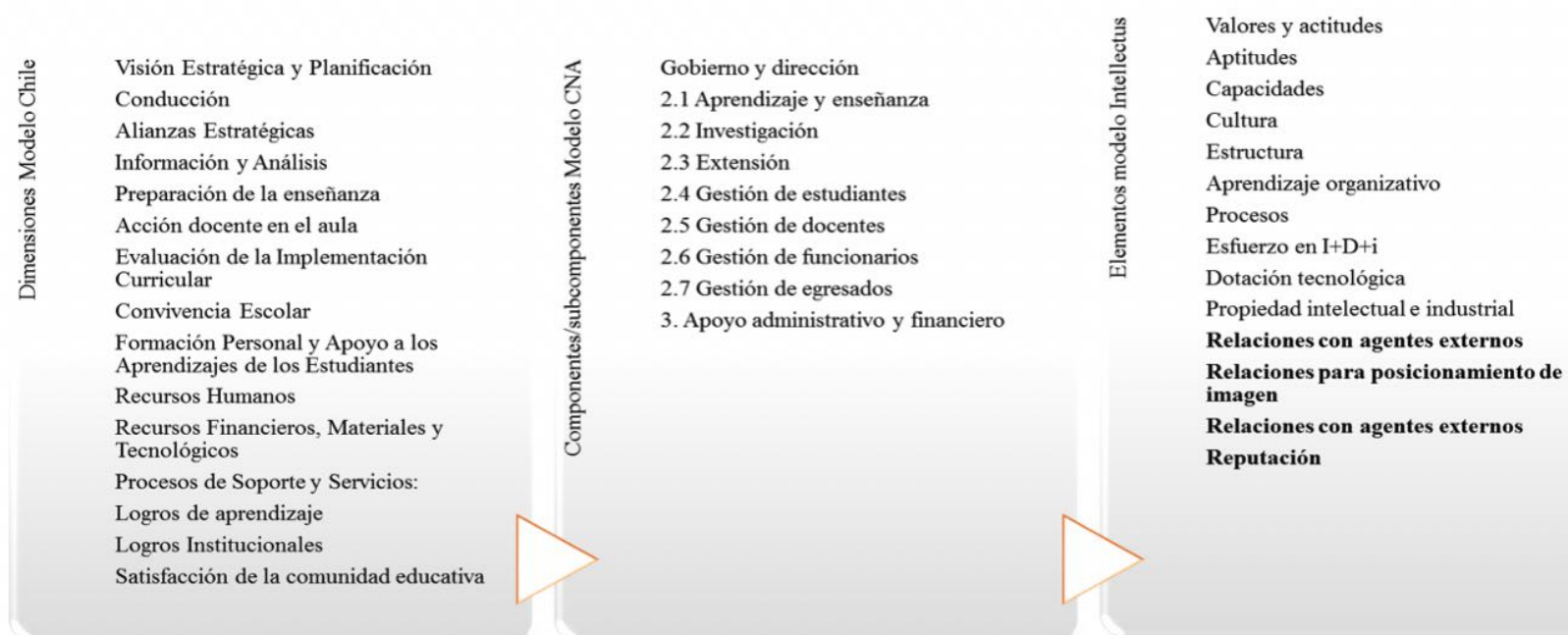


Ilustración 3. Esquema general de los modelos analizados

Como principales convergencias, se encuentra que los modelos permiten su articulación a la institución, la entienden bajo el enfoque sistémico, establece características acorde al contexto educativo en el que se ejecutará, son modelos que parten de procesos y dependen de su eficiente operación. Como principal divergencia, los modelos de Colombia y Chile se enfocan en el cumplimiento de los procesos bajo un proceso de verificación, mientras que el modelo Intellectus plantea la generación de valor agregado a través de la consideración de elementos intangibles.

Objetivo 3. Propuesta de los atributos diferenciadores de los elementos del SAA

En cuanto a la categoría de MAI se proponen las siguientes **fuentes**: documental, estadística, apropiación, entrevista y grupos focales.

Estructura: teniendo en cuenta que los aspectos a evaluar se asimilan más a indicadores, pero su naturaleza data del criterio de calidad el cual es el ideal, el tercer componente del esquema será explícito en términos de CC. Por lo anterior, la estructura general del modelo propuesto relaciona: indicadores, criterios de calidad, características y factores.

Etapas metodológicas: Acorde a la relación y análisis de las etapas de cada institución y lineamiento se proponen 5 etapas metodológicas a saber:

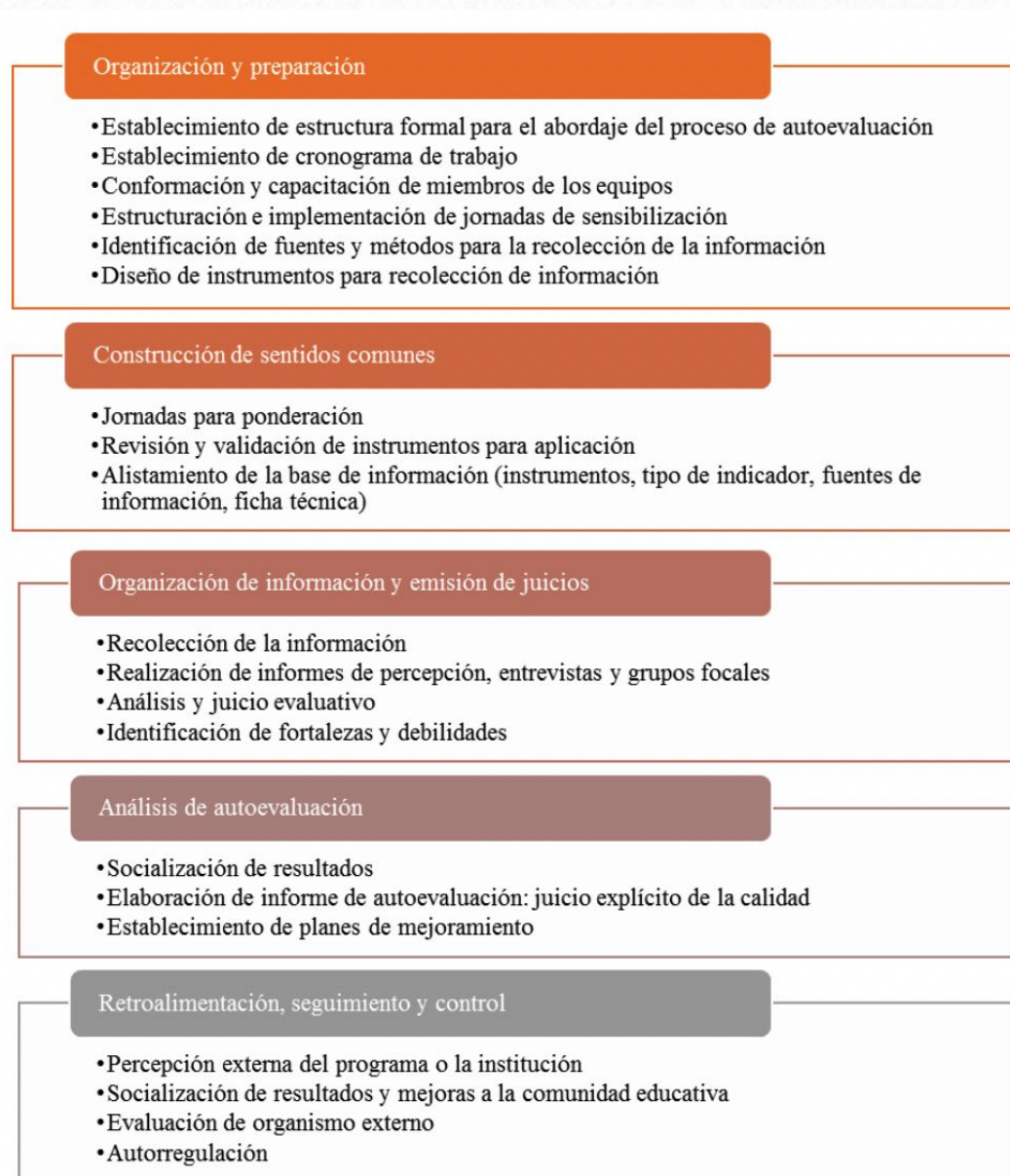


Ilustración 4. Propuesta etapas metodológicas del MAI

Al contar con CC que permiten tener claridad del quehacer y su contexto institucional y los criterios específicos con los que debería contar un MAI, se propone un modelo de AIC, el cual parte del concepto de autorregulación establecido en el marco conceptual y se estructura en dimensiones, componentes, elementos y variables; donde las primeras hacen alusión al capital humano, estructural y relacional, los componentes a los elementos de gestión de la institución, los elementos se asumen como la base y atributo de los componentes y las variables hacen referencia a los criterios de evaluación. Es así, que se propone lo siguiente:

Dimensiones / Factores		Componentes	Elementos / características	Variables / criterios de calidad	Factor asociado									
Capital humano		Gestión de personal académico administrativo	Idoneidad	Perfil	F3: Profesores F10: Organización, administración y gestión.									
			Actitudes	Compromiso										
				Motivación										
				Creatividad										
				Espíritu emprendedor										
			Aptitudes	Formación										
			Diversidad											
Capacidades	Experiencia sectorial													
	Experiencia en el puesto													
	Perfil internacional													
Capital estructural	Capital organizativo	Gobierno y dirección	Liderazgo	Conducción	F1: Misión y Proyecto Institucional. F10: Organización, administración y gestión. F8: Procesos de Autoevaluación y Autorregulación									
			Planificación estratégica	Visión estratégica										
				Participación										
		Anticipación	Cumplimiento											
			Conocimiento											
			Rendición de cuentas											
	Gestión de la información	Reglamentación	Seguimiento a gestión	Protocolos										
			Seguimiento Autoevaluación	Documentación										
			Externalidades	Certificación										
Capital físico y tecnológico	Gestión de recursos educativos	TICs	Uso de TIC	F11: Planta física y recursos de apoyo académico										
		Soporte y servicios	Inventario de TIC											
	Gestión del conocimiento	I+D	Impacto de la investigación	F6: Investigación y creación artística y cultural.										
	Gestión estratégica de activos	Recursos	Suficiencia	F12: Recursos financieros										
Capital relacional	Capital de actividad	Gestión curricular	Aprendizaje y enseñanza	Preparación de la enseñanza	F4: Procesos académicos									
				Acción docente en el aula										
				Evaluación de la Implementación Curricular										
		Gestión de estudiantes	Logros de aprendizaje	F2: Estudiantes										
	Capital social	Gestión de la extensión y proyección social	Reconocimiento	Logros Institucionales	Evaluación	F7: Pertinencia e impacto Social								
							Gestión de la convivencia	Bienestar institucional	Reconocimiento					
		Compromiso												
		Clima organizacional												
		Capital social	Gestión de egresados	Sector externo	Vinculación	Apoyo	F9: Bienestar Institucional							
	Gestión de comunicaciones							Canales	Tipología	Uso	Resultados	F7: Pertinencia e impacto Social F11: Planta física y recursos de apoyo académico		
			Gestión de relacionamiento	Alianzas	Tipología	Resultados								
							Imagen						Reputación	Reconocimiento
						F5: Visibilidad Nacional e Internacional								

Tabla 1. Modelo de AIC propuesto
Estructura realizada por el autor

Discusión de resultados

Acorde al modelo de Stake, la evaluación relaciona 6 etapas fundamentales, las cuales articuladas a esta investigación se encuentra: 1) identificar interesados, consultar y explorar problemas y preocupaciones => se identificó la posible desarticulación de los elementos del SAA, preocupación a nivel directivo de la IA; 2) analizar problemas y preocupaciones => los elementos operan de manera independiente bajo un fin específico; 3) identificar estándares y criterios de evaluación => se realizó la matriz categorial; 4) diseñar e implementar la metodología de la evaluación => diseño metodológico; 5) analizar datos y presentar resultados => bajo diversas técnicas e instrumentos se analizaron y presentaron los diferentes estudios de los elementos del SAA y 6) observación y feedback: se unifican los criterios analizados para cada elemento del SAA y se plantea la propuesta para la IA.

Respecto al análisis del SAA, la IA presenta un cumplimiento insatisfactorio de su sistema dado que las estrategias se centran en la generación de resultados y organización institucional, encontrando como debilidad la participación efectiva de su comunidad académica lo que genera inconvenientes en la apropiación del sistema. Asimismo, los CC responden a los lineamientos nacionales y presentan baja articulación al quehacer y contexto institucional; el MAI presenta baja apropiación institucional dado los cambios en los últimos 2 años, contempla fases operativas y no estratégicas operando por un fin específico que es la radicación documental ante entes externos. Finalmente, en términos de AIC se evidencian avances en términos de gestión organizacional acorde al nuevo plan de desarrollo donde el PEI relaciona una gestión administrativa a través del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar, actuar); no obstante, el AIC se enfoca en el funcionamiento de las unidades académicas en busca de resultados operativos, dejando de lado la generación de conocimiento, interacción de la comunidad académica y el análisis real de la gestión institucional.

En resumen, los elementos del SAA de la IA operan de manera independiente bajo un fin específico, dado que su primer elemento CC, responde a los lineamientos de acreditación del CNA para programas de pregrado dejando de lado los criterios de evaluación de prácticas formativas y acreditación de instituciones. En consecuencia, el segundo elemento MAI se enfoca a la reflexión en función del programa y no en el análisis de la institución en

su conjunto, resumiendo de esta manera el AIC a la operatividad del MAI y no en la gestión institucional ni en la gestión del conocimiento.

Respecto a los **análisis comparativos**, los lineamientos de CC guardan una relación entre cada una de las condiciones o aspectos a evaluar, los mismos son complementarios y requieren una unificación bajo un único diseño que permita tener en cuenta los CC tanto de programas académicos como de instituciones. Adicionalmente, se evidencia que los lineamientos de acreditación contemplan de manera general la relación docencia-servicio, y son las instituciones las que acorde a su naturaleza quienes deben propender por el cumplimiento de los CC de manera puntual para garantizar la calidad de su oferta académica.

En cuanto a los MAI analizados de las instituciones de referencia incluyendo la IA se evidencia que siguen estrictamente los lineamientos CNA, no obstante, presentan avances parciales respecto a los criterios específicos como el caso de la Universidad Nacional. Sin embargo, presentan etapas similares en la implementación del modelo y se centran en la consecución del fin específico bajo el análisis del ente externo.

En cuanto al AIC los modelos propuestos tanto en Colombia como en Chile son operativos centrados en la ejecución de los procesos y procedimientos, sin dejar una ruta clara en términos de articulación con la planeación institucional ni de generación de conocimiento.

Partiendo de la evaluación del SAA de la IA y el análisis comparativo de cada elemento, se logra consolidar una propuesta la cual parte del modelo de AIC, donde los elementos del SAA son complementarios y la base fundamental es el establecimiento de CC que den pautas claras de la proyección institucional y a su vez se articulen a los criterios de gestión institucional a través del MAI como herramienta de gestión y planeación, donde igualmente permita conocer el estado de la institución en términos de proceso, resultados y de gestión. Contando con tal diagnóstico desde la implementación del MAI, el mismo se complementa con el modelo de AIC, el cual monitorea la gestión de conocimiento de la institución partiendo del principio de autorregulación. Es así como bajo la estructura propuesta en el MAI y la estructura de gestión del conocimiento se encuentra la siguiente asociación:

a) Indicadores => indicadores, b) criterios de calidad => variables, c) características => complementos y d) factores => dimensiones.

Si bien en el MAI se consideran **indicadores** de resultados, los mismos deben estar articulados a los indicadores establecidos en el Plan Estratégico de Desarrollo Institucional 'PE-DI', donde éstos se enfocarán al valor agregado producto de las acciones al interior de la IA.

En términos de criterios de calidad se asocian a **variables**, donde las descripciones de estos criterios dejan de ser aspectos a evaluar y desde la descripción se plantearán como el ideal de la IA acorde a su contexto y quehacer institucional.

En cuanto a **características** éstas se asocian a **elementos**, los cuales están planteados en términos globales que enmarcan los atributos de las variables.

Los denominadas **factores** se asocian a las **dimensiones** que corresponden a los capitales en la generación del conocimiento.

Lo más relevante en esta asociación se refiere a los componentes, los cuales enmarcan la gestión institucional a través de la eficiente y eficaz organización institucional en términos de procesos y procedimientos, permitiendo la articulación del AIC entre la generación del conocimiento y la planeación institucional. Por ello, en la tabla 1 (columna 5) se asocian el planteamiento y los factores de acreditación estructurados en términos de capitales y no de factores establecidos por el CNA, es decir, la estructuración del MAI relacionará 6 factores: F1: Capital humano; F2: Capital estructural, F2.1: Capital organizativo, F2.2: Capital físico y tecnológico; F3: Capital relacional, F3.1: Capital de actividad y F3.2: Capital social. Siendo así, los CC establecidos en el AIC son complementarios a los lineamientos nacionales; los mismos deben ser analizados al interior de la IA con el fin de lograr su unificación.

Bajo la estructura propuesta, el SAA apunta no solamente a una consecución de resultados, sino a la generación de valor agregado. Por ejemplo, en términos de capital humano-gestión del personal académico y administrativo- se enfoca (además de conocer el número de docentes y administrativos, nivel de formación, existencia de plan de formación,

etc...) en conocer su nivel de idoneidad, actitudes, aptitudes y capacidades, a través de la identificación de perfiles, nivel de compromiso, grado de motivación, nivel de creatividad, espíritu emprendedor, diversidad en la formación y nivel de experiencia tanto en el sector como en el cargo y el perfil internacional.

Respecto al capital estructural la propuesta se centra en conocer la eficiencia y eficacia del gobierno y la dirección institucional a través del liderazgo, su planeación estratégica y su respuesta como anticipación ante externalidades positivas o negativas. Igualmente, considera el impacto de las TIC en estrategias de enseñanza y aprendizaje, así como el impacto de la investigación tanto en los procesos formativos como en el medio y no solamente vistos éstos como los resultados en términos de números de publicaciones o número de participaciones en eventos.

El capital relacional se centra en la gestión del capital de actividad enfocado en el análisis de la gestión curricular, logros de los estudiantes, prácticas de extensión y proyección social y la gestión del bienestar institucional. Finalmente, el capital social es poco analizado en las instituciones, donde este planteamiento se centra en conocer el impacto de los diferentes canales de comunicación, el nivel de relacionamiento que tiene la institución tanto a nivel nacional como internacional, los resultados de las diferentes alianzas, el nivel de relacionamiento con agentes externos y el grado de reputación y reconocimiento de la institución en su medio.

Finalmente se resalta que al realizar la aplicación del modelo de stake (2006) respecto a los análisis comparativos, se encontró como limitación conceptual que los mismos se hubieran podido abordar desde la metodología de benchmarking bajo el enfoque de educación comparada, igualmente se aclara, que si bien se cuenta con esta propuesta de Sistema de Autoevaluación y Autorregulación, se considera pertinente realizar estudios sobre referentes internacional en temas de estándares, los cuales pueden complementar las variables relacionadas en el modelo de gestión de conocimiento, al igual que investigaciones sobre realmente el impacto de la acreditación sobre la calidad efectiva de las promesas de valor de las instituciones de educación superior bajo un enfoque de gestión del conocimiento.

Conclusiones

Los elementos del SAA de la IA operan de manera independiente bajo un fin específico, desarticulan la gestión institucional dada la falta de claridad de sus procesos, generando inconvenientes en la calidad de su oferta académica.

La participación de la comunidad académica de la IA ha mejorado en los últimos 3 años, sin embargo, aún falta claridad en los órganos de participación y alcance de la misma en cada uno de ellos, lo que afecta el principio transparencia en los procesos institucionales.

Se establecieron CC a nivel macro para la IA, se logró unificar una propuesta de MAI en términos de fuentes, estructura y etapas metodológicas.

Finalmente, se unificó la propuesta de aseguramiento interno bajo la estructura del modelo Intellectus y la naturaleza de la institución.

Los atributos diferenciadores propuestos están articulados al contexto de la institución, no obstante, esta propuesta puede ser aplicada en instituciones con particularidades similares bajo la respectiva articulación a su quehacer.

Recomendaciones

Se sugiere que la IA establezca y consolide sus CC específicos a través de ejercicios de consenso en los cuales se cuente con la participación de su comunidad educativa.

Una vez se establezcan los criterios se recomienda el establecimiento de unos mínimos articulados a los mínimos aceptables del PEDI y que estos formen parte del tablero de indicadores del mismo.

Se sugiere el ajuste del MAI tanto en la composición interna como en las etapas metodológicas bajo una visión estratégica y menos operativa, teniendo en cuenta la propuesta.

La operatividad del SAA propuesto debe contar con una prueba piloto con el fin de realizar los últimos ajustes al diseño y a la estructura general.

Revisión y ajuste de la política de aseguramiento de la calidad de la IA, la cual contemple la autoevaluación y la autorregulación como sistema y no como procesos aislados.

Agradecimientos

A mi directora de tesis de maestría Dra. Adry Liliana Manrique Lagos por la paciencia, dedicación y apoyo constante en la culminación exitosa de esta investigación.

A la Presidencia de Consejo Directivo y Rectoría de la IA por la disposición y acompañamiento en el análisis de su sistema.

A la comunidad académica de la IA quienes además de opinar sobre el funcionamiento del sistema realizaron aportes significativos para la construcción de la propuesta.

Referencias

Barinas, Natalia 2010. Evaluación de la calidad de la Educación Superior mediante las Políticas Públicas en el marco de la Acreditación. Recuperado de: <https://goo.gl/kjQBpo>

Blanco, Ingrid (2010). Modelo evaluación de la calidad de la educación superior en Colombia. Análisis crítico. Revista panorama económico, número 18: 191 – 201. Recuperado de: <https://goo.gl/UEebGY>

Ce-art (2017). Autoevaluación y autorregulación. Recuperado de <https://goo.gl/j4WkRU>

CINDA (2016). Educacion superior en iberoamerica informe 2016. Informe nacional: Colombia. Recuperado de: <https://goo.gl/fH7CAY>

Coffman, Julia. (2004). Michael Scriven on the Differences between Evaluation and Social Sciences Research. En: Harvard. The Evaluation Exchange. Vol. IX, No. 4, 2003/2004. Recuperado de: <https://goo.gl/nCSZSa>

Congreso de Colombia. (1992). Ley 30 de Diciembre 28 de 1992. Por el cual se organiza el servicio público de la Educación Superior. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://goo.gl/3qJpb4>

Consejo Nacional de Acreditación. (2013). Lineamientos para la acreditación de programas de pregrado. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://goo.gl/bKEddu>

CNA 1. (2014). Caracterización de tres modelos de aseguramiento interno de la calidad a partir de la experiencia de las IES en Colombia. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://goo.gl/Vi9cna>

CNA 2 (2014). Modelo de aseguramiento interno de la calidad para las instituciones de educación superior en el marco del mejoramiento continuo de la calidad de la educación superior en Colombia. Recuperado de <https://goo.gl/C6BJtf>

CNA3 (2014). Lineamientos para la acreditación institucional. Recuperado de: <https://goo.gl/2jVQjs>

Consejo Nacional de Acreditación (2017). Estadísticas e Indicadores. Bogotá. Recuperado de <https://goo.gl/LBwvJb>

Cordero, G. & García Garduño, J. M. (2004). The Tylerian curriculum model and the reconceptualists. Interview with Ralph W. Tyler (1902-1994). Revista Electrónica de Investigación Educativa, 6 (2). Recuperado de: <https://goo.gl/Jsq6LL>

Fabela, Martha (2013). Gestión de la calidad educativa en educación superior del sector privado. Recuperado de: <https://goo.gl/QFjDi4>

Gairín, Joaquín (1993). La autoevaluación institucional como vía para mejorar los centros educativos. Recuperado de: <https://goo.gl/rWyRCD>

García, A. L., & Medina, H. A. (2015). Evaluación docente Institución Universitaria Colegios de Colombia Unicoc: Análisis factorial para la consolidación de indicadores confiables internamente bajo la percepción de estudiantes, docentes y jefe inmediato. Recuperado de: <https://goo.gl/Vq5Btv>

Gartner, Lorena (2014). Rutas académicas e institucionales de la educación superior que referencian conceptual y metodológicamente la evaluación. Recuperado de: <https://goo.gl/r6V81s>

Gómez, V. M., & Celis, J. E. (2009). Sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior: consideraciones sobre la acreditación en Colombia. (U. N. Colombia, Ed.) Revista Colombiana de Sociología, 87-110. Recuperado de: <https://goo.gl/Ygc8UH>

IA (20 de marzo de 2017). Base de datos Población de la Institución.

Manrique Boeppler, R; (1996). Anotaciones al modelo de acreditación en Colombia. Nómadas (Col), Recuperado de: <https://goo.gl/u2hA5Y>

Merino, Carlos (2007). Inteligencia organizativa y capital intelectual: un ejercicio de integración. Innovar. (Col), recuperado de: <https://goo.gl/RVZyu3>

Molano, Milton y Neira, Fabio (2009). Acreditación de alta calidad, una mirada crítica. Aproximaciones desde la perspectiva lasallista. Recuperado de: <https://goo.gl/KjNyMK>

Ministerio de Educación Nacional (2011-2014). Planeación estratégica y seguimiento a proyectos. Recuperado de <https://goo.gl/iKebJD>

Ministerio de Educación Nacional. (2013). Lineamientos para solicitud, otorgamiento y renovación de registro calificado. Programas de pregrado y posgrado. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://goo.gl/zbZzgm>

Ministerio de Educación Nacional 2. (2013). Lineamientos para la selección y evaluación de docentes y estudiantes y el desarrollo docente. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://goo.gl/4LHS2F>

Ministerio de Educación Nacional 3. (2013). ¿Qué es aseguramiento de la calidad. Recuperado el 15 de agosto de 2016, de <https://goo.gl/bguEJF>

Ministerio de Educación Nacional. (2015). Decreto 1075 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Educación. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://goo.gl/6jNNyv>

Ministerio de Educación Nacional. (2016). Guía para la elaboración del documento maestro - trámites de registro calificado. Recuperado de <https://goo.gl/Nt4Dqh>

Ministerio de Educación Nacional 2. (2016). Norma técnica para pares académicos. Recuperado de <https://goo.gl/y5Q18r>

OECD. (2002). Glosario de los principales términos sobre evaluación y gestión basada en resultados. Recuperado de <https://goo.gl/DkigiC>

Roa Varelo, Alberto (2003). Hacia un modelo de aseguramiento de la calidad en la educación superior en Colombia: Estándares básicos y Acreditación de excelencia. Bogotá: CNA. Recuperado de: <https://goo.gl/ZNytod>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). Metodología de la Investigación (Quinta edición ed.). México: Mc Graw Hill

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES. (25 de enero de 2017). SNIES. Recuperado de: <https://goo.gl/AtZpS5>

Stake, Robert E. (1975). Program Evaluation: particularly responsive evaluation. Occasional Paper n. 5. Kalamazoo: University of Western Michigan.

Stake, Robert (2006). Evaluación comprensiva y evaluación basada en estándares. Crítica y fundamentos. Barcelona: Graó.

Tkachuk, Gregorio (2007). Modelo de Gestión del Conocimiento para Departamentos Académicos. Trabajo presentado en XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación de la Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI). Argentina. 999 – 1010.

Toro, José (2012). Gestión interna de la calidad. En CINDA (2012). Aseguramiento de la calidad en Iberoamérica, educación superior informe 2012. (páginas 189 – 199). Recuperado de: <https://goo.gl/BvJDWW>

UNESCO. (Enero de 1991). El concepto de calidad de la educación. Santiago de Chile. Recuperado de <https://goo.gl/mMvYQF>

Universidad de La salle (2017). Proceso de autoevaluación. Recuperado de: <https://goo.gl/QhkM6d>

Urbano, Nathalia (2007). Efectos de la implementación del modelo colombiano de acreditación de programas académicos. Un análisis a partir del caso de los programas tecnológicos. Recuperado de: <https://goo.gl/BhvPMH>

Vargas, Luz María (1994). Sobre el concepto de percepción. Recuperado de: <https://goo.gl/KEt4XQ>

11

Incidencia de las aplicaciones e-governance en las empresas que brindan servicios outsourcing

María Fernanda Yaguache Aguilar, Ángel Higuerey Gómez, Andrea Elizabeth Torres

Universidad Técnica Particular de Loja

Ecuador

Sobre los autores

María Fernanda Yaguache Aguilar: Magister en Auditoría Integral, docente investigador y Coordinador de las Maestrías: Gestión de la Calidad y Auditoría Integral, Universidad Técnica Particular de Loja.

Correspondencia: mfyaguache@utpl.edu.ec

Ángel Alexander Higuerey Gómez: Doctor en Economía por la Universidad de Las Palmas de Gran Canarias, España. Actualmente docente investigador y responsable de investigación en la Titulación de Contabilidad y Auditoría en la Universidad Técnica Particular de Loja

Correspondencia: aahiguerey@utpl.edu.ec

Andrea Elizabeth Torres: Ingeniera en Contabilidad y Auditoría.

Correspondencia: aetorres5@utpl.edu.ec

Resumen

La presente investigación tiene como finalidad determinar la incidencia de la aplicación electrónica e-governance de Información, Comunicación y Tecnología en los entes de control del Ecuador: Superintendencia de Compañías, Servicio de Rentas Internas, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social y el Ministerio de Trabajo, como instrumento de cumplimiento de obligaciones para las empresas y personas naturales que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal. La metodología utilizada es de tipo exploratorio descriptivo, por las características que se analizan de una muestra de 96 oficinas de asesoría contable, que se dedican a brindar servicios externalizados de gestión contable y fiscal de la provincia de Loja; la recolección de los datos se obtiene mediante la aplicación de encuestas y el análisis de los mismos se efectuó mediante datos panel y estadística descriptiva para obtener una visión global de los resultados. Al analizar la información se obtiene para los dos grupos en los que se segmentaron los datos, que las empresas al utilizar los sistemas e-governance para brindar sus servicios de gestión contable no hace diferencia en ahorro de tiempo y

mejoramiento de los recursos económicos.

Palabras Claves: E-governance, outsourcing, gestión contable y gestión fiscal.

Incidence of e-governance applications in companies that provide outsourcing services

Abstract

The purpose of this research is to determine the incidence of the electronic application e-governance of Information, Communication and Technology in the control entities of Ecuador: Superintendence of Companies, Internal Revenue Service, Ecuadorian Social Security Institute and the Ministry of Labor, as an instrument of fulfillment of obligations for companies and individuals that provide outsourcing services in accounting and fiscal management. The methodology used is of a descriptive exploratory type, due to the characteristics analyzed from a sample of 96 accounting advisory offices, dedicated to providing outsourced accounting and fiscal management services in the province of Loja; Data collection is obtained through

the application of surveys and the analysis of these was carried out using panel data and descriptive statistics to obtain a global view of the results. When analyzing the information is obtained for the two groups in which the data were segmented, that companies using e-governance systems to provide their accounting management services makes no difference in time savings and improvement of economic resources.

Keywords: E-governance, outsourcing, accounting management and fiscal management.

Introducción

El avance de las tecnologías y las exigencias cada vez más fuertes sobre la presentación de la información financiera de las empresas, de su organización, gestión, cumplimiento de obligaciones tributarias, laborales y societarias; obliga a los entes económicos a diseñar planes estratégicos que les permita ser altamente competitivos e innovadores, para garantizar su permanencia en el mercado. Siendo clave la intervención de los gobiernos, ya que tienen la obligación de velar por lograr un desarrollo sostenible de las economías de cada localidad; situación que se logra cuando proveen las herramientas necesarias para activar la economía sin necesidad de incurrir en altos costos para hacer uso de los bienes y servicios públicos a los que tiene derecho la sociedad.

Hasta antes del año 2006, los profesionales que se dedicaban a brindar servicios de gestión contable outsourcing en libre ejercicio profesional les demandaba mayor tiempo de dedicación y gasto de recursos, que incluso debían contratar terceras personas para que les apoyen con trámites de legalización y pago de obligaciones de sus clientes en las entidades públicas, siendo imprescindible que los organismos de control provean de servicios en línea, para un eficiente y oportuno cumplimiento de las obligaciones de los contribuyentes.

El Ecuador en el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV 2007-2014), plantea su estrategia para involucrarse en las nuevas tecnologías de la Información y comunicación, mediante la implementación del proyecto de Gobierno por Resultados en toda la función ejecutiva a nivel país, siendo éste el primer paso a la creación de Gobiernos electrónicos. En el (PNBV 2013-2014) se expone un estudio efectuado en el año 2012 por el Programa de Administración Pública de las Naciones Unidas, realizado en América del Sur en el que se evidencia que el índice de Ecuador es de 0,487 lo cual lo ubica en el puesto ocho de 12 países considerados para el análisis del nivel de desarrollo de gobiernos electrónicos, esto refleja que se encuentra por debajo del promedio de América del Sur (0,551) el mismo que ha sido propuesto alcanzar hasta el año 2017. Meta que se mantiene vigente hasta el diseño del (PNBV 2017-2021) en el cual, se plantea la ampliación del modelo de gestión por resultados y la ampliación del modelo de simplificación de trámites de los Gobiernos Autónomos Descentralizados y otras entidades del estado.

Por lo antes expuesto nace el interés de estudiar la incidencia de los e-governance específicamente de los entes de control: Superintendencia de Compañías Valores y Seguros, Servicio de Rentas Internas, Ministerio de Trabajo y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, en las oficinas de asesoría contables que brindan servicios de outsourcing a los contribuyentes que desarrollan los diferentes tipos de actividad económica en el País; esta servicio es brindado por contadores profesionales debidamente certificados para el desarrollo de su profesión.

Metodología:

Para lograr el objetivo propuesto, en la presente investigación se emplea la metodología de tipo relacional, con el fin de determinar la incidencia de la aplicación electrónica e-governance de Información, Comunicación y Tecnología en los entes de control del Ecuador: Superintendencia de Compañías, Servicio de Rentas Internas y Ministerio del Trabajo, como instrumento de cumplimiento de obligaciones para las empresas y personas naturales que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal.

La población fue seleccionada de la base de datos del Servicio de Rentas Internas (SRI) de Ecuador, específicamente las empresas y persona que prestan servicios externalizados de gestión contable y fiscal, que se obtuvo un total de 506 contribuyentes. Para la aplicación del instrumento se hizo una limpieza a la base, ya que muchas de las personas cambiaron de dirección y otras no se encontraban prestando sus servicios en la zona. Se pudo aplicar el instrumento de recolección de datos a 117 profesionales; pero no todos utilizaban las herramientas de e-governance, quedando definitivamente para el presente estudio una muestra de 96 profesionales, que representa un 82,05% de la población a estudiar.

Para la recolección de la información se aplicó un instrumento de selección múltiple, que consta de 22 preguntas. La primera parte incluía preguntas de información general, la segunda sobre el uso de las TIC's en las labores de trabajo y la tercera valoraba el uso de las herramientas de e-governance y el nivel de satisfacción que estas brindan. En el uso de las herramientas virtuales, podían existir diversas combinaciones, las mismas que fueron proporcionadas a los encuestados para facilitar su selección.

Para la valoración de satisfacción en el uso de las herramientas se empleó una escala de Likert de cuatro (4) opciones: Excelente, Bueno, Regular y Malo. Mientras que para determinar la incidencia del uso de estas herramientas se consideró el ahorro en tiempo, así como los beneficios económicos. El tiempo está representado en horas por mes, que mide el tiempo que se ahorran los profesionales al emplear estas herramientas. El segundo está representado en dólares por mes, que se refiere a la estimación de incremento de los ingresos, al emplear las herramientas de e-governance para prestar sus servicios. Al respecto de los beneficios Weerakkody, Irani, Lee y Hindi (2015) en una revisión bibliográfica expresó que el tratamiento de los costos, oportunidades, beneficios y riesgos ha sido superficial y que faltan estudios empíricos que puedan evaluar estadísticamente el rendimiento de las e-governance.

Se considera que, el gobierno al implementar las herramientas de e-governance un profesional tiene la posibilidad de atender más empresas a un menor tiempo, incrementar sus recursos y hace más uso de estas herramientas. Es por ello que las muestras en estudio han sido agrupadas, dependiendo del número de clientes que atiende. El Tamaño 1, lo conforman las empresas que atiende hasta 10 clientes y en el Tamaño 2 se incluyen aquellas empresas que brindan servicios outsourcing a más de 10 clientes.

Por otra parte, y a fin de ver la incidencia del empleo de herramientas e-governance en el ahorro de tiempo y beneficios económicos, se configuraron dos grupos, el cual clasifica a las empresas dependiendo de la cantidad de herramientas que emplea. Es así, que el Grupo 1 está compuesto por las empresas que emplean hasta dos (2) de las herramientas de e-governance disponibles en Ecuador, mientras que el Grupo 2 lo integran las empresas que emplean más de dos herramientas de e-governance aprovechables en el país.

Para el cumplimiento de determinar la relación entre el uso de las herramientas de e-governance con el ahorro en tiempo y los beneficios económicos se emplearán pruebas no paramétricas; para la comprobación de la hipótesis se empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon o como también se le denomina Prueba de Mann-Whitney_Wilcoxon (Anderson, Sweeney y Williams, 2008), para un experimento por parejas, siguiendo a Montoya-del-Corte y Farías-Martínez (2011) y más reciente Alvarez y Torres (2017) en pruebas de aprendizaje. Esta técnica compara medianas en vez de medias y trabaja sobre rangos de

orden. El contraste de la normalidad se realiza mediante el test de Kolmogorov – Smirnov debido al tamaño de la muestra.

Estudios sobre la misma temática han empleado otras metodologías: revisión bibliográfica (Weerakkody, Irani, Lee, Osman, & Hindi, 2015), propuestas de metodología (Páez, Atencio y Neüman, 2013; Kaur, 2016 y más recientemente Farhat, 2017). La metodología empleada, busca dar respuesta al objetivo y se adapta a los datos que se tienen.

Análisis de resultados

En la presente investigación se analiza la incidencia del Gobierno electrónico (e-governance) de Comunicación y Tecnología en los entes de control del Ecuador: Superintendencia de Compañías, Servicio de Rentas Internas, Ministerio del Trabajo y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, como instrumento para el cumplimiento de obligaciones de las empresas y personas naturales que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal. Se considera importante efectuar el estudio sobre las plataformas virtuales de estas cuatro entidades públicas, en vista que, son los principales entes de control de la gestión empresarial de la provincia de Loja y el País y además que en la actualidad mantienen información cruzada de los entes económicos privados en caso de requerir auditoría financiera por parte de la Administración Tributaria.

Hasta antes del año 2012 para el caso de Ecuador, no se disponía de plataformas virtuales tan desarrolladas en las empresas de control para el cumplimiento de las obligaciones de los contribuyentes, lo cual demandaba de trámites operativos con mayor tiempo de dedicación y con alta demanda de recursos económicos, siendo la exigencia primordial para las empresas que brindan servicios de gestión contable la simplificación de trámites mediante la creación de servicios en línea.

Las entidades de control sujetas a estudio como son la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros y el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, desde años anteriores disponen de plataformas virtuales; pero con una pequeña gama de servicios en línea, por la exigencia básica de publicar balances financieros de las compañías y por el ingreso y salida del personal de las empresas para el pago de aportes correspondientes a la relación laboral.

Se considera oportuno hacer referencia a la importancia y servicios que brindan cada una de estas entidades en sus portales web:

→ Superintendencia de Compañías Valores y Seguros. En la Constitución Política, Art. 213, dispone que la Superintendencia es un organismo técnico de vigilancia, auditoría, intervención y control de las actividades económicas de los servicios que prestan las sociedades privadas. Tiene la potestad de receptar al primer cuatrimestre de cada año la información financiera de las empresas, nómina de administradores, representantes legales, socios y accionistas y efectuar auditorías cuando lo considere pertinente. Siendo por su avance tecnológico una fuente dinámica de información financiera y societaria, la página web es www.supercias.gob.ec.

→ Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Es una entidad autónoma, con personería jurídica y recursos propios distintos a los del fisco. La organización y funcionamiento se fundamenta en los principios de solidaridad, obligatoriedad, universalidad y equidad, se creó en el año de 1928, con la finalidad de garantizar un seguro social obligatorio para los empleados tanto del sector público como privado, beneficio que se fue generalizado para todo ciudadano de manera progresiva. Las prestaciones de la seguridad social se financian con el aporte voluntario de los ecuatorianos, las personas aseguradas en relación de dependencia, ecuatorianos domiciliados en el extranjero, el aporte patronal y el aporte del estado. A partir del año 2008 esta entidad entra en la vanguardia tecnológica y contribuye también al Plan Nacional del Buen Vivir mediante la creación de nuevos productos y servicios en línea que se ofertan en la página web www.iesg.gob.ec.

→ Servicio de Rentas Internas. Fue fundada en el año de 1997 basándose en los principios de justicia y equidad, como respuesta a la alta evasión tributaria por ausencia casi total de cultura tributaria en la ciudadanía. Es una entidad independiente en la definición de políticas y estrategias de gestión. Entre los años 2007 y 2013 se generan fuertes reformas a la legislación fiscal mediante la creación de nuevos impuestos y reestructuración de los ya existentes, a esto se suma la eficiencia en la gestión de la institución, lo cual permitió triplicar la recaudación a lo percibido en el periodo 2000 – 2006. En lo que respecta a la tecnología se considera que ésta ha sido una de las más innovadoras del país, por la facturación electrónica, SRI móvil la plataforma virtual para mejorar sus servicios en línea, lo

cual generó una reducción de costos indirectos a la ciudadanía y afianzamiento de la cultura tributaria por el incremento significativo de los contribuyentes en el registro de sus actividades económicas. La plataforma virtual presenta de manera fácil y asequible en la página web www.sri.gob.ec

→ Ministerio de Trabajo. Desde el año de 1974 hasta el año 2006 solo existían leyes de protección laboral, a partir de Plan Nacional del Buen Vivir se estructura un primer plan de trabajo 2007 -2014 que se fundamente el principio “La supremacía del ser humano sobre el capital” con una meta de política salarial bajo dos pilares salario mínimo y salario digno para todos los ecuatorianos. Para alcanzar esta meta inician planes estratégicos de inspecciones integrales a las empresas, controles sistematizados, sanciones por incumplimiento a lo establecido en el Código de Trabajo, y otras actividades que permitan fortalecer la política salarial. En el 2009 se fusiona el Ministerio de Trabajo y Empleo y la Secretaría Nacional Técnica de Desarrollo de Recursos Humanos y de Remuneraciones del Sector Público, creando en nuevo Ministerio de Relaciones Laborales; ente rector de las políticas laborales, fomentar la vinculación de oferta y demanda laboral y proteger los derechos fundamentales del trabajador. Sin embargo, a partir del año 2014 adquiere la denominación de Ministerio de trabajo considerando la importancia del ser humano sobre el capital y la rectoría sobre la gestión del talento humano, tanto en el sector público como privado. Siendo éste el año de la innovación tecnológica para la entidad se gestiona la creación de 245 servicios en línea, organizados bajo diferentes categorías los cuales son ofertados mediante la página web www.trabajo.gob.ec

Como se puede observar en Ecuador se inicia la era de la tecnología, innovación de conocimiento y diseño de los gobiernos electrónicos a partir de la creación del Plan Nacional del Buen Vivir (2007-2012), en el que se estructuran planes estratégicos acordes a las necesidades de cada entidad, con miras a ser cumplidos en el corto y mediano plazo, para generar servicios de calidad, información oportuna y fácil accesibilidad en el cumplimiento de las obligaciones de los empresarios, este plan ha sido estructurado mediante metas las misma que son evaluadas y en función de los niveles de cumplimiento se rediseñan los planes de acción (2013 – 2017) y (2018 – 2021).

Una de las principales ramas del campo profesional que se ha visto beneficiada por la era de la tecnología, es la profesión contable, la misma que ha sido externalizada ya desde años anteriores; sin embargo, brindar estos servicios en libre ejercicio profesionales sin la existencia de plataformas virtuales de los entes de control, generaba un mayor tiempo de dedicación en la generación de información en las empresas. Sin embargo, no se puede dejar de lado el beneficio que ha recibido el Estado mediante los organismos de control, ya que ha generado flujos más eficientes de información de las empresas privadas que se dedican a diferentes tipos de actividad económica, para ejercer su potestad controladora.

Por lo antes expuesto se considera importante hacer un análisis sobre estudios efectuados por otros autores y en diferentes localidades, para justificar el aporte que generan los gobiernos electrónicos en el cumplimiento de obligaciones de las empresas sean estas societarias o personas naturales, que contratan servicios externalizados de gestión contable.

De acuerdo a los Objetivo de Desarrollo Sustentable (2017) para implementar y supervisar el progreso de los ODS, se requerirá maneras innovadoras de producir y aplicar los datos y las estadísticas para abordar los desafíos multifacéticos del desarrollo sostenible; los proyectos de innovación de datos están siendo implementados por una amplia gama de actores públicos y privados desde muchas partes del mundo que incluye África, Asia y América Latina. El uso de tecnologías innovadoras y las fuentes de nuevos datos requieren la modernización de la gestión pública y marcos de calidad para asegurar una implicación nacional y el establecimiento de mecanismos transparentes.

La encuesta e-gobierno de 2018 establece que los gobiernos tienen la responsabilidad de aplicar políticas y medidas para encontrar formas de enfrentarse a los desastres, la crisis y reducir los riesgos; el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), también exhorta a los gobiernos a encontrar formas de garantizar buenos estándares y salvaguardas en servicios públicos en línea para trabajar estrechamente con el sector privado, generar la sociedad de la información, el desarrollo sostenible y el no dejar a nadie atrás, todos estos objetivos están incorporados en el desarrollo del gobierno electrónico.

Sin embargo en la agenda 2030 de los ODS, pide la promoción de sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible en todos sus niveles, ayudando a los países a mejorar su respuesta a las necesidades públicas y la participación de las personas en el proceso de desarrollo, esto incluye la e-participación, así como la promoción y uso de datos de un gobierno abierto, con el fin de mejorar la rendición de cuentas públicas, combatir la corrupción y mejorar la prestación de servicios públicos.

Meijer, (2015), Satyabrata y Subhendu, (2016); Nistor y Deaconu, (2014) y De Castro y García, (2016) afirman que e-governance es la transformación del gobierno basada en tecnología, aumenta la transparencia en el mercado, mejora la prestación de servicios y la administración pública. La adopción es un proceso de innovación, que trata de diseñar estrategias integrales de fijación para eliminar las barreras entre las instituciones públicas y la población, simplificar procedimientos burocráticos y mejorar el acceso de los ciudadanos a la información.

Veeramootoo, Nunkoo y Dwivedi, (2018); Linders, Peng y Wang, (2015) y Serban, Stefan y Lonusca, (2014), consideran que la interacción de los ciudadanos en los portales web está influenciada por la calidad del sistema, la satisfacción del usuario y el hábito; siendo la variable satisfacción del usuario determinante para que los gobiernos electrónicos sean exitosos; siempre que se entregue información justo a tiempo, sin interrupción y que la información sea tratada con seguridad y prudencia.

En Latinoamérica, para el año 2002, algunos países habían cosechado frutos importantes en la incorporación de e-governance, destacándose México, Brasil, Colombia y Chile quienes para esa época comenzaron una agresiva campaña con el fin de ir fortaleciendo el Gobierno Corporativo (Gutiérrez, 2002).

De Castro y García (2016) en su investigación afirman que en la más reciente encuesta de las Naciones Unidas sobre Gobierno Electrónico (United Nations 2014), Uruguay y Chile ostentan los puestos de liderazgo en Sur América; sin embargo, Colombia ocupa un alto índice de desarrollo en gobierno electrónico por encima del promedio mundial y regional.

De acuerdo a la legislación del Ecuador se establece el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) objetivo 1. En el que se consagra la responsabilidad del Estado como proveedor

de servicios públicos y como garante de que su provisión pública o privada, responda a los principios de obligatoriedad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. A partir del Plan Nacional 2013 – 2017 se crea las prácticas de rendición de cuentas, se promueve y reconoce la organización social, la vida asociativa y la ciudadanía activa.

Para evitar la inequidad social, el estado ecuatoriano diseñó la organización territorial, siendo a partir del año 2012 que se inicia la reestructuración de la gestión pública: a) con el Modelo R busca generar una gestión efectiva, eficaz y de calidad en toda la cartera del estado; b) Se perfecciona la implementación de la estrategia de Gobierno Electrónico (diseño de la herramienta virtual de trámites); y, c) Se implementa el Proyecto de Gobierno por Resultados en toda la función Ejecutiva a nivel país.

De acuerdo al Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021, el gobierno ecuatoriano se propone como meta al 2021 mejorar el índice de gobierno electrónico, lo cual aportaría con el objetivo de mejorar la eficiencia y transparencia en la gestión pública. La implementación de estrategias en el PNBV 2013-2017 de los gobiernos electrónicos y la descentralización de los servicios públicos, impulsó la simplificación de 407 trámites, así como la reducción de los costos para la ciudadanía, representó alrededor de los 20 millones de dólares (SNAP, 2016, 8-9).

Del Pezo, (2017) expone que en el año 2016 en Ecuador se crearon 4 empresas de certificación electrónica, que a la vez vinculaba 29 entidades de servicio público a nivel país, de las cuales este estudio se centra en: Servicio de Rentas Internas, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, el Ministerio de Trabajo y la Superintendencia de Compañías Valores y Seguros; entes de control de las actividades empresariales que debe cumplir toda empresa o persona natural que realiza actividad económica en el país. Siendo estas las más usadas por las

En los últimos años, se puede observar que, al existir las aplicaciones web de los entes de gobierno al servicio de la sociedad, se analiza un nuevo término que es la externalización o tercerización de los servicios, que también puede ser referenciado con el outsourcing de servicios. Esta actividad es altamente contratada por los comerciantes y gestores de servicios en la provincia de Loja, y la mayoría son llevadas por oficinas de servicios contables

que son atendidas por profesionales de contaduría pública que, para el ejercicio de su profesión con calidad, eficiencia y eficacia, requieren de todos los servicios en línea que ofertan los entes de control sujetos a estudio.

Koa, Mukherjee o Sinha (2018); Rekik, Boucadi y abdallah (2017) y Bals y Turkulainen (2017) motivados por las ventajas de la computación en la nube, expresaban que las empresas están considerando subcontratar sus procesos comerciales, para reducir el excedente de costos en la producción interna de insumos y el coeficiente de insumos en la producción de bienes finales, aumentar la flexibilidad y mejorar su rendimiento; el éxito radica en el diseño organizacional para mejorar su efectividad y eficiencia.

Sin embargo, Bhimani y Willcocks, (2014) consideran que tanto los usuarios como proveedores de servicios contables necesitan sensibilizarse a los diferentes tipos de conocimiento, los desafíos en la creación y aplicación de esos conocimientos y ser más cautelosos sobre lo que se puede lograr con el uso de la tecnología en la transformación de la información contable.

Hoglund y Sundvik, (2016) y Baran y Bauer, (2017) afirman que, la calidad de la información financiera en las pequeñas empresas societarias está relacionada positivamente con la decisión de comprar servicios contables a un proveedor externo, lo cual genera un alto grado de satisfacción a los clientes; siempre que éstas oficinas de servicios contables cumplan sus tareas en función a lo que establece la ley. Sin embargo, este servicio es económicamente significativo y no da resultado en el procesamiento de nómina.

Blumber, (citado por Zitkiene y Blusyte, 2015) aseguran que las empresas optan por contratar servicios externalizados desde hace muchos años, siendo las principales actividades: tecnologías de comunicación, procesos de negocios y manufactura. Dentro de procesos de negocios aplican para el área de finanzas y contabilidad. Husin y Ibrahim, (2014) manifiestan que el outsourcing, como servicios de asesoría contable se intensificó después de una fuerte crisis económica en Malaysia, donde las empresas optaron por subcontratar los servicios contables, perfeccionando así sus estrategias contables.

Por otra parte, Zhu, Ng, Wang y Zhao, (2016) y Cullinan Y Zheng (2015) que centraron su estudio en las empresas societarias que cotizan en bolsa, pudieron observar que outsour-

cing management process (OMP) no es efectivo y tienen menos posibilidad de subcontratar sus funciones contables, ya que se debe identificar la estructura organizacional. Así mismo describe el outsourcing como básico y avanzado, siendo el básico el recomendado para este tipo de empresa, externalizando así solo los servicios de reparto y entrega de mercaderías.

Domino, Giordano y Webinger (2017) y Imam, Kumshe y Jajare, (2017) aseguran que la innovación de servicios de contabilidad combinada con los servicios de contabilidad forense, tiene mayor auge y prestigio para las grandes empresas. Situación que es aplicada en el Ecuador, ya que existen las firmas de auditores que brindan servicios de asesoría integral

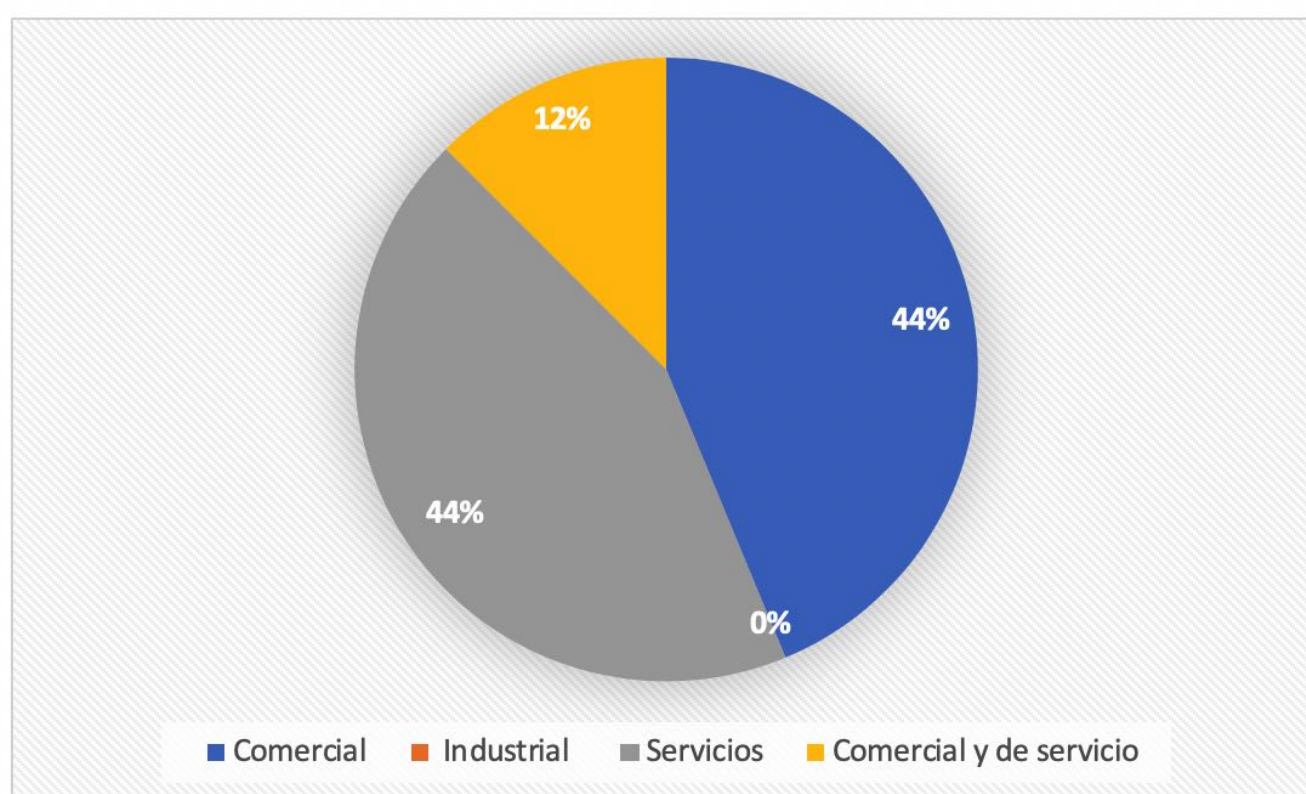


Figura 1. Sector servido por las empresas que prestan servicios contables y fiscales

En los servicios contables y fiscales que se prestan dependerá del tipo de clientes a atender. Como se visualiza en la tabla 1, la mayoría de las personas que atienden la muestra investigada, son las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad; que de acuerdo a la normativa ecuatoriana, incluye todas aquellas personas que realizan actividades económicas y que su capital no supere las 9 fracciones básicas desgravadas del impuesto a la renta (IR), sus costos y gastos tampoco sean superiores a 12 fracciones básicas desgravadas del IR y sus ingresos brutos no superen a las 15 fracciones básicas desgravadas del IR del año.

Tabla 1. Tipo de contribuyentes por número de clientes atendidos y por el número de herramientas de e-governance empleadas

Tipo de contribuyente	Tamaño		Total Tamaño	Grupo		Total Grupo
	1	2		1	2	
Persona natural no obligada a llevar contabilidad	35	20	55	32	23	55
Persona natural obligada a llevar contabilidad	4	3	7	5	2	7
Sociedad	4	1	5	2	3	5
Persona natural no obligada a llevar contabilidad y persona obligada a llevar contabilidad	10	8	18	8	10	18
Persona natural no obligada a llevar contabilidad y sociedades	1	1	2	1	1	2
Persona natural obligada a llevar contabilidad y sociedad	3	0	3	2	1	3
Todas	3	3	6	0	6	6
Total	60	36	96	50	46	96

Por otra parte, se podría decir, que los profesionales que prestan los servicios de e-governance, son de tamaño pequeño, ya que el mayor porcentaje atiende entre 1 a 10 clientes (60).

Se resalta también, que son pocas las empresas que son atendidas por las empresas y personas que prestan servicios externalizados de gestión contable y fiscal (5 en total), lo que está relacionado con el comentario descrito anteriormente, sobre las características económicas de la provincia de Loja de Ecuador.

Se observa también que un poco más de la mitad de las empresas en estudio, emplean menos de tres herramientas de e-governance disponible, destacándose que todas aquellas empresas que atienden a todos los tipos de clientes, emplean todas las herramientas de e-governance de que disponen.

Ahora bien, las personas naturales y empresas, que se dedican a brindar servicios externalizados de gestión contable y fiscal de la provincia de Loja de Ecuador, pueden emplear las diferentes herramientas que suministra el gobierno central para facilitar los servicios, todo esto en acuerdo al plan estatal de masificación de la red de información y atención al público.

Las herramientas de e-governance que pueden emplear son las de Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SIC), la del Servicio de Rentas Internas (SRI), la del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y la del Ministerio de Relaciones Laborales (MRL).

Las herramientas mayormente empleadas por los profesionales de la muestra son las de Servicio de Rentas Internas (SRI), con una utilización por parte de 103 sujetos y la del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) con un uso de 88 sujetos; lo anterior debido a que son mayormente los servicios que prestan en los servicios de contabilidad.

Por otra parte, es de recordar, que los profesionales combinan estas herramientas para prestar un mejor servicio; en este estudio, solo 30 profesionales (31%), empleaban todas las herramientas de e-governance de que disponen (ver figura 2); mientras que la mayor combinación de estas herramientas es la del SRI con la del IESS; servicios que son los más solicitados, de acuerdo a los comentarios anteriores.

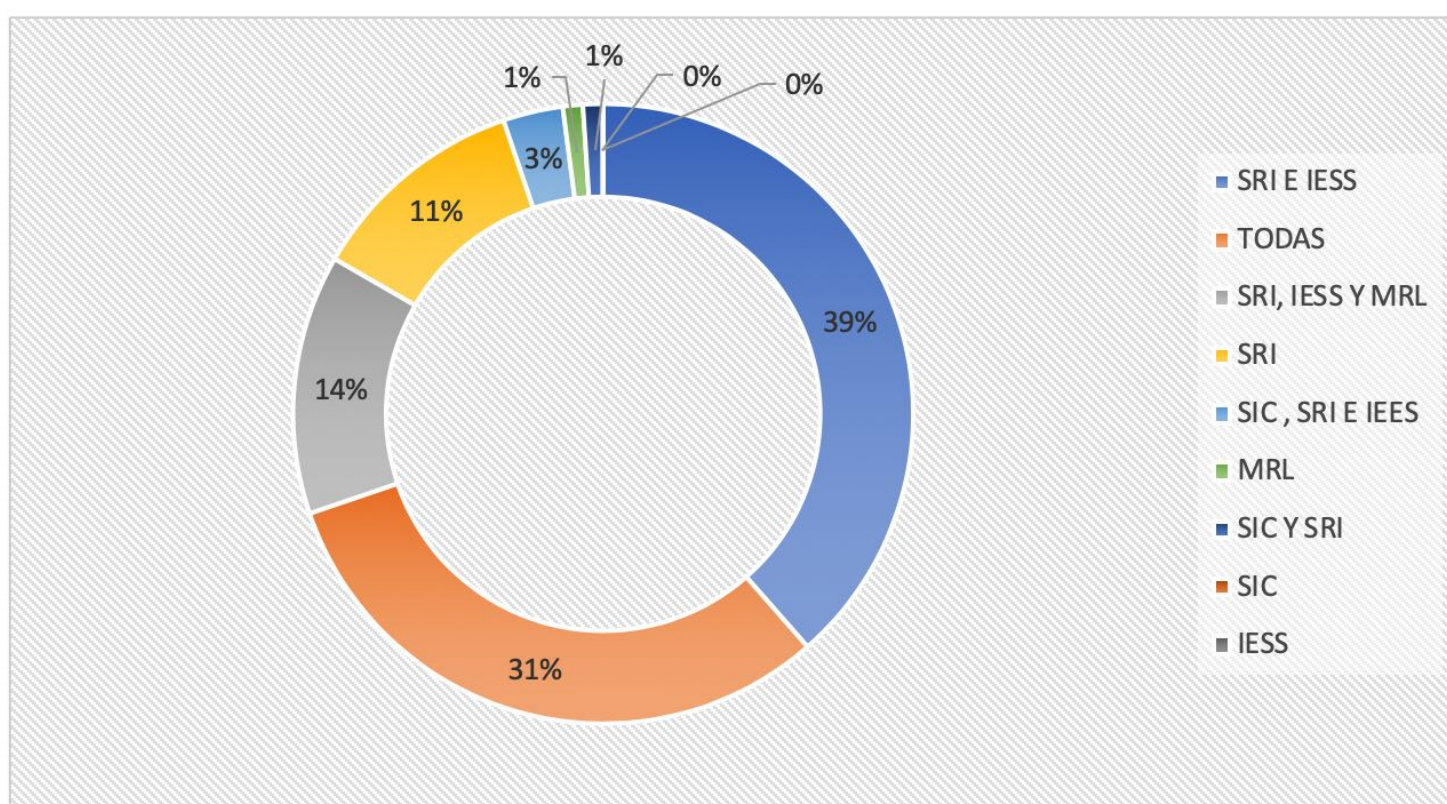


Figura 2. Herramientas e-governance empleadas.

Se aplicó el test de Kolmogorov – Smirnov comprobándose que los resultados no se ajustan a una normal. Ahora bien, con el fin de determinar la incidencia de la aplicación electrónica e-governance de Información, Comunicación y Tecnología en los entes de control del Ecuador, en las empresas, entre los ahorros en tiempo y los beneficios económicos, se

empleó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Los resultados se muestran en la tabla 2. Se establece como hipótesis nula que el ahorro en tiempo y los beneficios para las empresas que emplean hasta dos herramientas de e-governance y las que emplean más de dos herramientas de e-governance son idénticas.

Tabla 2. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Grupo	obs	rank sum	expected
1	50	1978	2425
2	46	2678	2231
combined	96	4656	4656

unadjusted variance 18591.67
 adjustment for ties -1351.75

adjusted variance 17239.91

Ho: Ahorro~o(Grupo==1) = Ahorro~o(Grupo==2)
 z = -3.404
 Prob > |z| = 0.0007

P{Ahorro~o(Grupo==1) > Ahorro~o(Grupo==2)} = 0.306

. ranksum Beneficioeconomicos, by(Grupo) porder

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Grupo	obs	rank sum	expected
1	50	2264.5	2425
2	46	2391.5	2231
combined	96	4656	4656

unadjusted variance 18591.67
 adjustment for ties -3262.24

adjusted variance 15329.42

Ho: Benefi~s(Grupo==1) = Benefi~s(Grupo==2)
 z = -1.296
 Prob > |z| = 0.1949

P{Benefi~s(Grupo==1) > Benefi~s(Grupo==2)} = 0.430

Por otra parte, la muestra en estudio ha señalado un gran nivel de satisfacción con respecto a la utilización de las diferentes herramientas de e-governance. Pero llama la atención, de que la herramienta del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sufrió la mayor

calificación negativa, al expresar 13 personas una opinión entre mala y regular, sobre una base de 76 sujetos. (ver figura 3).

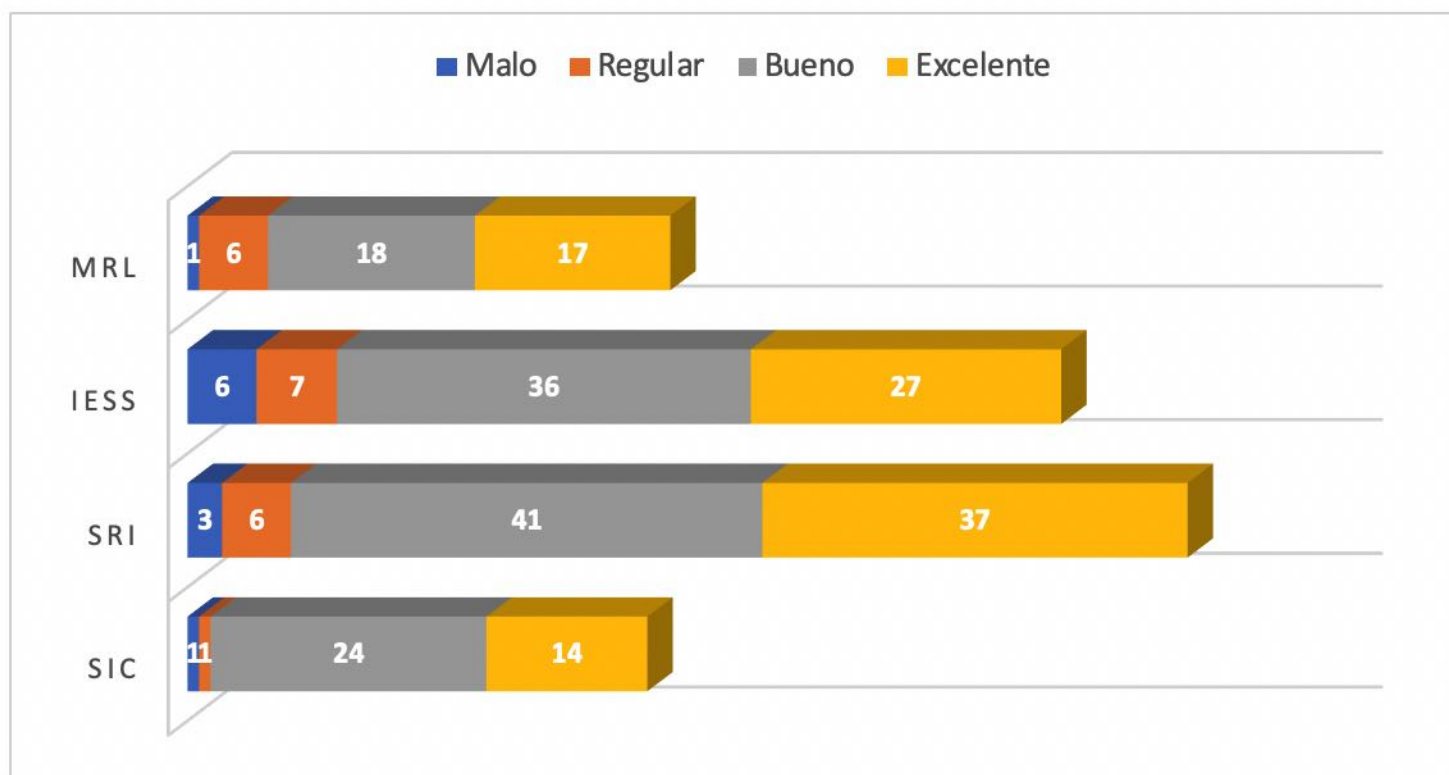


Figura 3. Nivel de satisfacción con las herramientas e-governance

No obstante, a la apreciación anterior, se observa que a pesar de que la mayoría calificó de buena y excelente la información que se suministra en las herramientas de e-governance en estudio, el número de personas que opinan que la información es mala o regular, no corresponde con el nivel de satisfacción, ya que del SRI solamente 9 personas estaban descontentas, pero 13 comentan que la información no es la adecuada; que es la herramienta mayormente empleada.

Análisis de resultados:

Los servicios prestados por las empresas que prestan servicios outsourcing en la provincia de Loja, en materia contable y fiscal están dirigidos mayormente a los sectores de servicio y comercio, como consecuencia del bajo desarrollo industrial y económico. Para la prestación de estos servicios, las empresas emplean las diferentes herramientas de e-governance, de que disponen.

Como consecuencia de lo anterior, el tipo de contribuyente que atiende son las personas naturales no obligadas a llevar contabilidad, que buscan los servicios de estos expertos para el cumplimiento de sus deberes con el Estado.

Las empresas que prestan los servicios outsourcing en la provincia de Loja atienden pocos clientes, por lo que se pueden considerar pequeñas. Las herramientas de e-governance que emplean son los sitios web de Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (SIC), la del Servicio de Rentas Internas (SRI), la del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y la del Ministerio de Relaciones Laborales (MRL), que son de apoyo para estos profesionales, ya que buscan prestar un mejor servicio siendo eficiente, ya que aprovechan las ventajas de esta red.

En lo que respecta a los resultados obtenidos al aplicar la prueba Wilcoxon, se observa que los valores de z , para la prueba del ahorro en tiempo es de $-3,404$; mientras que para los beneficios económicos es de $-1,296$. Ambos resultados son menores que $1,96$, que es el valor de confianza al 95%. Por consiguiente, se acepta la hipótesis nula, y como resultado se expresa que no existe diferencia ni en el tiempo ni en los ahorros de beneficios en cuanto a número de herramientas de e-governance que empleen las empresas que prestan los servicios outsourcing en la provincia de Loja.

Ahora bien, los resultados sobre el nivel de satisfacción son interesantes, debido a que las herramientas que más se emplean, como son las del Servicio de Rentas Internas (SRI), la del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) no recibieron el mismo nivel de calificación. No obstante que, por el tipo de cliente que se atienden (las personas naturales no sujetas a llevar contabilidad), estos son los servicios que más se requieren. El primero, para el pago de los diferentes impuestos, mientras que el segundo, les permite mantenerse al día en sus obligaciones patronales, se debe mantener al día la información para que los empleados gocen de los servicios de seguridad social.

Por otra parte, y en contraste al nivel de satisfacción, parte de las empresas que prestan servicios outsourcing en la provincia de Loja, opinaron que la información que muestran las herramientas no es la suficiente; afectándose la herramienta del del Servicio de Rentas Internas (SRI) que tuvo un alto nivel de satisfacción. Coincidiendo los resultados con Del Pezo (2017), quien en su estudio demostró, que las páginas de Superintendencia de Com-

pañías, Valores y Seguros (SIC), Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y del Ministerio de Relaciones Laborales (MRL) no muestran la información de forma completa a pesas de disponer de los servicios en línea.

La provincia de Loja de Ecuador es una región donde predomina es el sector comercio y pocas industrias; a su vez se considera que el sector comercio es el de mayor impacto en la economía. No obstante, existen un numero grande de profesionales independientes que prestan servicios de contabilidad y auditoría en la región, lo que hace que exista una alta competencia y que el número de clientes a atender es pequeño. Es por ello que las empresas y personas naturales que prestan sus servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal, son consideradas pequeñas.

Por otra parte, el mayor número de clientes que se atienden son las personas naturales que no están obligadas a llevar contabilidad; es de suponer, que la mayoría de los comercios poseen profesionales que le prestan sus servicios de contabilidad y fiscalidad. No así las personas naturales, y más aún, las que trabajan en relación de dependencia, que son las que buscan a profesionales de libre ejercicio para los servicios ante los diferentes organismos gubernamentales; siendo el más solicitado el relacionado con las normas tributarias. Todo ello con el fin de cumplir con sus obligaciones y evitar sanciones por parte del ente fiscal.

Es por ello que se observó que las herramientas más empleadas son las de Servicio de Rentas Internas (SRI). Esta herramienta, es empleada por los profesionales para la declaración de los diferentes impuestos nacionales, así como para contar con información actualizada sobre las diferentes normativas. En Ecuador, a partir del año 2012 se han realizado cambios profundos en materia tributaria que hacen que los profesionales que se dediquen a prestar estos servicios, deban tener información oportuna. Por otra parte, el cumplimiento del deber de pago, así como los deberes formales, en su mayoría se realizan directamente en línea, pudiéndose hacer también, directamente en las oficinas de SRI. El uso de esta herramienta le permite a las empresas y personas naturales que prestan sus servicios de outsourcing en materia fiscal, ahorrar tiempo y esfuerzo.

Por otra parte, las empresas y las personas naturales acuden a buscar asesoramiento en lo que respecta al cumplimiento de los deberes laborales. Para ello se apoyan en la pági-

na del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) y del Ministerio del Trabajo. En lo que respecta a la utilidad de la herramienta del IESS, se aprecia que en la misma pueden actualizar toda la información laboral, así como estar al día con la información que afecta la seguridad social, tanto de los trabajadores como del patrono. El mantenimiento de la información actualizada, les permite a los usuarios evitarse multas y sanciones. Por otra parte, uno de los beneficios más significativo de las herramientas de e-governance, es la entrega del servicio a tiempo y sin ningún mediador (Kaur, 2016).

Ahora bien, los resultados demuestran que el beneficio obtenido el uso de las herramientas de e-governance no hace diferencia ni en el ahorro de tiempo ni en los beneficios económicos de las empresas que prestan servicios outsourcing en la provincia de Loja, en materia contable y fiscal.

Es importante destacar, que el uso de todas estas herramientas les permite a las empresas que prestan servicios de outsourcing, no sólo obtener información, sino tener una relación directa ya que varios trámites se hacen en línea y por otra parte se mantiene actualizado en cuanto a las normas que rigen la materia tributaria y laboral. En este sentido, Páez, Atencio y Neüman (2013), proponen las siguientes categorías que permitirán estudiar las plataformas de e-governance: interactividad, contenido, usabilidad y accesibilidad; algunas de ella empleadas en este análisis.

No obstante, el éxito del empleo de estas herramientas se consigue en el momento que se conviertan en canal directo de información entre los diferentes entes y los usuarios; ya que los avances tecnológicos lo permiten. Es así que en países en desarrollo, la implementación de estas herramientas no se logran fácilmente como es el caso de Ecuador. En Ghana, existen varias políticas y acciones que apoyan el e-governance, pero las implementaciones están cargadas con limitaciones sociales, culturales, políticas y legales (Nuamah y Agyepong, 2016). Para países en desarrollo, Farhat (2017) sugiere un modelo de implementación en cuatro etapas: despliegue de la infraestructura, transformación a servicios electrónicos, correspondencia entre agencias, y el progreso y proliferación de estos servicios en todos los niveles. De allí la importancia de evaluar el uso de los e-governance por parte de los usuarios, en el caso en estudio las oficinas de asesoría contable de la provincia de Loja en Ecuador.

Al inicio de la incorporación de las TIC en los servicios públicos, Welp, Aibar y Urgell (2005) expresaban que la velocidad impuesta por la presión del uso de las TICs y el no priorizar cuáles eran los servicios públicos a prestar, no permitía cumplir con la premisa de la orientación del gobierno hacia la ciudadanía.

Han pasado muchos años y avances tecnológicos, que han permitido que los gobiernos a través de las herramientas de e-governance se acerquen más a los ciudadanos. Es de hacer notar, que el uso de estas herramientas también puede emplearse con el fin de mejorar el uso de los fondos públicos sin tener una mayor repercusión en los gastos públicos (Banerjee, Duflo, Imbert, Mathew y Pande, 2016)

Conclusiones

En el presente trabajo se determina la incidencia de la aplicación electrónica e-governance de Información, Comunicación y Tecnología en los entes de control del Ecuador, como instrumento de cumplimiento de obligaciones para las empresas y personas naturales que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal, en la provincia de Loja.

El tamaño de las empresas y personas naturales que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal, que predomina en la provincia de Loja, es pequeño, ya que la mayoría atienden entre 1 a 10 clientes.

Las herramientas de e-governance más empleadas son las de Servicio de Rentas Internas (SRI) y la del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). La combinación de ellas es la más utilizada en la población estudiada; a pesar de que un porcentaje importante emplea las cuatro herramientas, obteniendo grandes beneficios con su uso. El uso de estas herramientas le permite brindar un mejor servicio a los clientes, ya que abarcan los principales requerimientos de ellos.

Por otra parte, el uso de muchas o todas las herramientas de e-governance no hace diferencia en el ahorro del tiempo ni en los beneficios en las empresas que brindan servicios de outsourcing en gestión contable y fiscal, en la provincia de Loja.

Estos resultados, motivan a seguir esta línea de investigación, con el fin de monitorear el uso de estas herramientas. Es por ello que futuros estudios se harán ampliando la mues-

tra de las empresas, y extendiéndose a otras zonas y sectores, con el fin de comparar los resultados con las otras provincias de Ecuador.

En este sentido, sería interesante poder contar con muchas más variables que permitan medir la participación, el beneficio, el medio de participación y la democracia en el uso de las herramientas de e-governance (Redondo, Galvis y González, 2017); para así poder relacionar los servicios que prestan estas herramientas, el nivel de satisfacción de los usuarios y el costo beneficio de la implementación para el Estado.

Referencias:

Alvarez, S. P. O., & Torres, S. N. C. (2017). Aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias económicas y financieras desde el álgebra. *Diálogo*, (36), 191-202.

Anderson, D. R., Sweeney, D. J. y Williams, T. A (2008). *Estadística para administración y economía*. México: CENGAGE Learning.

Asamblea Nacional Constituyente, (Registro Oficial 312 de 20 de mayo de 2014) *Ley de Compañías*. Recuperado de <https://portal.supercias.gob.ec/wps/portal/Inicio/Inicio/SectorSocietario/Normativa/LeyCompanias>

Bals, L; y Turkulainen, V. (2017). Achieving efficiency and effectiveness in purchasing and Supply management: Organization Design and outsourcing. *Journal of purchasing and Supply Management*, 23(4), 256-267.

Banerjee, A., Duflo, E., Imbert, C., Mathew, S., & Pande, R. (2016). E-governance, accountability, and leakage in public programs: Experimental evidence from a financial management reform in india (No. w22803). National Bureau of Economic Research.

Bhimani, A; y Willcocks, L. (2014). Digitisation, “Big Data” and the transformation of accounting information. *Accounting and Business Research*, 44(4), 469-490.

Consejo Nacional de Planificación. (2013-2017). *Plan Nacional del Buen Vivir*.

Consejo Nacional de Planificación (2017 – 2021) Plan Nacional Toda una Vida.

Congreso Nacional. (1999-2014). Ley de compañías. Recuperada de <https://portal.supercias.gob.ec/wps/portal/Inicio/Inicio/SectorSocietario>

Cullinan, Ch; Zheng, X. (2015). Outsourcing accounting information systems: Evidence from closed-end mutual fund families. *International Journal of accounting information systems*, 17, 65-83.

De Castro, S y Garcia, R. (2016). Ciudadanos y Gobierno electrónico: La orientación al ciudadano de los sitios web municipales en Colombia para la promoción de la participación. *Pontificia Universidad Javeriana: Bogotá – Colombia*, 82, 279-304.

De Pezo, E. (2017). Gobierno Electrónico: un acercamiento a la realidad ecuatoriana. *INNOVA Research Journal*, 2(8), 141-154.

Dirección de Planificación y Dirección (2015 – 2018). Ministerio de trabajo. Recuperado de http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Plan-Estrategico_Final-2015-2018.pdf

Domino, M; Giordano, G y Webinger M, (2017). An Investigation of the factors that impact the perceived value of forensic accounting certifications. *Journal of Forensic and Investigative Accounting*, 9(1), 1-17.

Farhat, A. A. (2017). E-Governance and its potential benefits to improve the efficiency of land management in Lebanon and Belarus.

Gutierrez, P. (2002, April). Gobierno Corporativo en Latinoamérica. In Conferencia de Mike Lubrano. Mesa Redonda de Gobierno Corporativo. Ciudad de México.

Hoglund, H; y Sundvik, D. (2016). Financial reporting quality and outsourcing of accounting tasks: Evidence from small private firms. *Advances in Accounting*, 35, 125-134.

Husin, M y Ibrahim, M. (2014). The roles of accounting services and impact on small – medium enterprise (SMEs) Performance in manufacturing sector form East Coast Region of Malaysia: A conceptual paper. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 115, 54-67.

Imam, A; Kumshe, AM Y Jajere, MS. (2017). Applicability of forensic accounting services for financial fraud detection and prevention in the public sector of Nigeria. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 40(1), 1-21.

Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2017).

Kaur, R. (2016). E-governance: problems, challenges and prospects in India. *International Journal of Recent Scientific Research*. Vol. 7, Issue, 4, pp. 10616-10620, April, 2016

Kinga, M. (2017). Attractiveness of virtualization of information flow from the perspective of providers of accounting services in Poland. *Jagiellonian Journal of Management*, 1, 1-15.

Koa J; Mukherjee,A; Sinha, U. (2018). Firm-asymmetry and estrategic outsourcing. *International review of economics & finance*, 53, 16-24.

Leech, N., Barrett, K., y Morgan, G. A. (2013). *SPSS for intermediate statistics: Use and interpretation*. Routledge.

Linders, D; Peng, C.Z.; y Wang, Ch. (2015). Proactive e-ggovernance: Flipping the service delivere model from pull to push in Taiwan. *Government Information Quarterly*, Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740624X15300046>.

Meijer, A. (2015). E-gobernance innovación: barriers and strategies, *Science Direct*. 32(2), 198-206.

Montoya-del-Corte, J., & Farías-Martínez, G. M. (2011). Desarrollo de habilidades profesionales y adquisición de conocimientos en los Programas Académicos de Administración de Empresas y Contaduría Pública: una investigación exploratoria con estudiantes de España y México. *Innovar*, 21(40), 93-106.

Nistor, C; y Deaconu, A. (2014). Romanian public sector transparency approached by e-governance. *Procedia Economics and Finance* 15, 414-420.

Nuamah, P. A., & Agyepong, D. E. (2016). Techno Legal Support for E-Governance and Implementation Challenges in Ghana. *SOCRATES: An International, Multi-lingual, Multi-disciplinary, Refereed (peer-reviewed), Indexed Scholarly journal*, 4(3), 47-57.

Objetivos de Desarrollo Sustentable 2018, Administración Pública y Gestión del desarrollo. Departamento de asuntos económicos y sociales. Recuperado de <https://publicadministration.un.org/es/Research/UN-e-Government-Surveys>.

Páez, Á., Atencio, E. y Neüman, M. I. (2013). Categorías cibergráficas para el estudio de plataformas de gobierno electrónico. *Quórum académico*, 10(2).

Redondo, D. E. P., Galvis-Lista, E. A., & González-Zabala, M. P. (2017). Análisis de variables e indicadores para medir las fases de desarrollo del e-gobierno. *Revista UIS Ingenierías*, 16(2), 9-22.

Rekik, M; Boucadi, K; y Aabdallah, H. (2017). An end-to-end framework for context aware business process outsourcing the cloud. *Computer & electrical Engineering*, 63, 308-319.

Satyabrata, D; Ssubhendu, Kk. (2016). E-governance paradigm using cloud infraestructura benefits and challenging. *Procedia computer science*.85, 843-855.

Serban, M; Stefan, R.M y Ionusca, E.I, (2014). Información protection – Securty, clustering and e-governance. *Procedia Economics and Finance*, 16(21), 288-292.

Sistema Nacional de comunicación. (2007-2013). Servicio de Rentas Internas. Recuperado de <http://www.sri.gob.ec/web/guest/que-es-el-sri>

Sistema Nacional de Comunicación. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Recuperado de <https://www.iess.gob.ec/es/inst-quienes-somos>.

Veeramootoon, N; Nunkoo, Rr; y Dwivedi, Y. (2018). What determines success of an e-government service? Validation of an integrative model of e-filing continuance usage. *Government Information Quarterly*.

Weerakkody, V., Irani, Z., Lee, H., Osman, I., & Hindi, N. (2015). E-government implementation: A bird's eye view of issues relating to costs, opportunities, benefits and risks. *Information systems frontiers*, 17(4), 889-915.

Welp, Y., Aibar, E., & Urgell, F. (2005). *La e-Governance: propuestas para el debate*. Curso de Gestión de Redes Institucionales. Buenos Aires: TOP.

Zhu, W; Ng, S; Wang z y Zhao, X, (2016). The role of outsourcing management process in improving the effectiveness of logistics outsourcing. *International Journal Economics*, 188, 29 -40.

Zitkiene, R; Blusyte, U, (2015). The Management model for human-resource outsourcing among service companias. *Intellectual Economics*, 9, 80-89.

TEMA 3: Innovación de la TICs para la educación especial.

Diferentes aplicaciones de gamificación, de aula invertida y de multimedia enriquecida están facilitando la enseñanza a grupos o personas, que requieren atención especial por tener capacidades diferentes para asimilar un proceso de aprendizaje. Las nuevas tecnologías lo están haciendo más expedito por la flexibilidad de tiempo y espacio en su uso. El uso de la TICs permite que el alumno tenga experiencias inmersivas según sea su habilidad auditiva, visual o kinestésica. He aquí algunas experiencias:

12

Realidad virtual inmersiva como apoyo psicoterapéutico en trastorno por estrés postraumático (TEPT) en amputados de piernas.

Roberto Encarnación Mosquera, Cesar Albero Collazos

Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad Del Cauca
Colombia

Sobre los Autores:

Roberto Encarnación Mosquera: Especialista en redes y servicios telemáticos, jefe programas de ingeniería, Universidad Cooperativa de Colombia. Integrante del grupo de investigación en ingeniería aplicada de la Universidad Cooperativa de Colombia. Estudiante de maestría en computación de la Universidad del Cauca.

Correspondencia: roberto.encarnacion@ucc.edu.co

Cesar Alberto Collazos: Doctor en ciencias mención computación de la Universidad de Chile. Investigador Senior (IS) (con vigencia hasta 2019-12-05 00:00:00.0) - Convocatoria 781 de 2017. Par evaluador reconocido por Colciencias. Postdoctorado/Estancia postdoctoral Universidad Castilla la Mancha. Áreas de actuación: Ciencias Naturales -- Computación y Ciencias de la Información -- Ciencias de la Computación. Ciencias Sociales -- Ciencias de la Educación -Educación General (Incluye Capacitación, Pedagogía). Ciencias Sociales -- Periodismo y Comunicaciones -- Ciencias de la Información (Aspectos Sociales).

Correspondencia: ccollazo@unicauca.edu.co

Resumen

Actualmente la tecnología permite el trabajo multidisciplinario entre la psicología y la ingeniería. Este artículo expone resultados de investigación de un proyecto donde se aplicó la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) en procesos psicoterapéuticos conductuales, con el objetivo de mejorar los síntomas asociados al Trastorno por Estrés Postraumático (TEPT). Se apropió el proceso que se realiza en Terapia Cognitivo Conductual de exposición (TCC), aplicable a personas amputadas de los miembros inferiores. La muestra correspondió principalmente a militares del ejército de Colombia. Se validó el método por parte de expertos psicoterapeutas, obteniendo resultados favorables desde el punto de vista clínico. Luego se desarrolló un entorno de inmersión, soportado en una jerarquía de necesidades de la RVI que permitió la sensación de inmersión, presencia y el deleite del usuario en el entorno virtual. Se incluyeron criterios psicoterapéuticos en el diseño de las escenas, que le permitiera al paciente aprender a superar el miedo que le produce la situación que generó la amputación. Se establece una comparación entre el proceso terapéutico y la RVI, para enriquecer la utilidad de la

aplicación. Se realiza un experimento estableciendo pre-pruebas y pos-pruebas controladas, corroborando la mejoría de los pacientes después de la segunda sesión.

Palabras Claves: Amputación, TEPT, Realidad Virtual, Jerarquía, TCC

Immersive virtual reality as psychotherapeutic support in posttraumatic stress disorder (PTSD) in leg amputees.

Abstract

Currently, technology allows multidisciplinary work between Psychology and Engineering. This article presents research results of a project where Immersive Virtual Reality was applied in psychotherapeutic processes of behavioral psychology, with the aim of improving the associated symptoms to Posttraumatic Stress Disorder (PTSD). In the methodology, the process that takes place in Cognitive Behavioral Exposure Therapy (TCC) was implemented, which is applicable to people who have undergone amputations of the lower limbs. The sample mainly corresponded to the military of the Third Brigade of Colombian Army. The method was validated by expert

psychotherapists, obtaining favorable results from the clinical point of view. Then an immersion environment was developed, supported by a hierarchy of needs of the IVR that allowed the user to feel immersed, present and delighted in the virtual environment. Psychotherapeutic criteria were included in the design of the scenes, which allowed the patient to learn to overcome the fear caused by the situation that brought about the amputation. A match is established between the therapeutic process and the IVR needs hierarchy, to enrich the usefulness of the application. The experiment is carried out by establishing pre-tests and controlled post-tests, corroborating the improvement of the patients after the second session.

Keywords: Amputation, PTSD, Virtual Reality, Hierarchy, TCC.**Introducción**

Introducción

La república de Colombia es responsable de un número significativo de sobrevivientes de minas y restos explosivos de guerra que necesitan asistencia, el país se ha comprometido a brindar asistencia a las víctimas a través del tratado de prohibición de minas, como estado que hace parte del grupo de la convención sobre municiones (CICR, 2008). Acorde con los datos reportados por el landmine & cluster munition monitor en noviembre de 2016, los damnificados al terminar el año 2015 fueron 11.386 por minas y restos explosivos de guerra, de los cuales 2.255 murieron y 9.131 quedaron heridos (ICBL & CMC, 2018). El duelo hoy en día es considerado como una reacción ante una pérdida, que puede ser la muerte de un ser querido, así como la pérdida de algo físico o simbólico, cuya elaboración no depende del paso del tiempo sino del trabajo que se realice. Este trastorno claramente cambia el curso normal de la vida de una persona. En el caso de las personas que han perdido una parte de su cuerpo debido a un episodio difícil en su vida, está estrechamente relacionado con afectaciones de tipo psicológico que aparecen con posterioridad al evento traumático que lo provocó (Zayfert & Black Becker, 2008). La palabra amputación proviene del latín, *amputatio*, que significa separar completamente un miembro del cuerpo o una parte de él (Arevalo, 2010) (española, 2014), una palabra como "amputado" describe una condición, no a una persona. Esta condición se convierte entonces en una situación permanente que requiere se tomen acciones de rehabilitación necesarias para su tratamiento, dado que constituye un gran impedimento en la realización de actividades cotidianas, tales como: laborales, recreativas y de interacción social (Pirowska, y otros, 2014). Las personas afectadas finalmente experimentan emociones muy fuertes que les producen trastorno (Villasolli, y otros, 2014). El trastorno por estrés postraumático (TEPT) es una consecuencia común que se presenta después de que una persona pierde una parte de su cuerpo. Algunas de las características que presenta una persona con este tipo de trastorno son: recuerdos recurrentes e intrusos, evitación de las actividades relacionadas con el trauma, hipervigilancia, desapego frente a los demás, restricción de la vida afectiva, respuestas exageradas de sobre salto, reducción acusada de interés y respuestas fisiológicas al recordar el trauma (Bados, 2015). Estas son consideradas como cambios de comportamiento desde la psicología y son tratadas desde los lineamientos de la psicología conductual (Botella, García-Palacios, Quero, Baños, & Bretón-López, 2006).

La utilización de la realidad virtual en la psicología clínica implica que se pueden utilizar simulaciones de la realidad en el tratamiento (Murray, y otros, 2007). Esta técnica no es muy nueva dado que comúnmente se recurre a la imaginación del paciente para recrear la realidad, como también los procedimientos de juego de roles. Estudios han demostrado que la realidad virtual ofrece ventajas al aplicarla en la terapia, puesto que el mundo virtual es totalmente controlado, lo que le indica al paciente que lo que ocurre es lo que se quiera hacer. Por otra parte, se puede configurar el grado de dificultad con cierto nivel de precisión que no se puede tener en la realidad, permitiendo repetir exactamente la misma situación las veces que sean necesarias, sin esperar que esa situación se vuelva a repetir en el mundo real. En síntesis, la realidad virtual ofrece ventajas en la psicología clínica para ayudar a mejorar algunas técnicas de las que se dispone en esa disciplina, como lo es la técnica de la exposición (Botella, García-Palacios, Quero, Baños, & Bretón-López, 2006, pág. 7).

En terapia cognitivo conductual han realizado estudios empíricos para comprobar la eficacia de las técnicas terapéuticas, el reto es comprobar su utilidad mediante la aplicación a la mayoría de personas que las necesiten. En las técnicas de exposición a pesar de su demostrada eficacia en los tratamientos, numerosos estudios demuestran que el 25% de las personas que son sometidas a este tipo de terapia la rechazan y la abandonan (Botella, y otros, 2007). Esos pacientes encuentran la técnica excesivamente aversiva, dado que, aunque se hace de manera progresiva, supone que deben enfrentarse a lo que les produce el miedo. Estudios de investigación referentes al establecimiento del protocolo de la terapia de exposición, han demostrado que el 76% de las personas prefería comenzar un tratamiento de exposición virtual que el tratamiento de la exposición en vivo (García-Palacios, Botella, Hoffman, & Fabregat, 2007).

La aplicación de la realidad virtual en los trastornos de ansiedad ha demostrado su eficacia en el tratamiento de diversas fobias, tales como: la acrofobia, la fobia a volar, la claustrofobia, la fobia a los insectos y la fobia a conducir. Una de las características principales es el miedo y la evitación, relacionados con la situación que produce malestar o interferencia significativos. Entre las primeras publicaciones de estudios de caso que se hicieron sobre la eficacia de la exposición por medio de realidad virtual fue el tratamiento de la acrofobia (Rothbaum, y otros, 1995), luego se hicieron más ensayos clínicos controlados con un

número mayor de sujetos y demostraron la eficacia de esta nueva forma de aplicar la técnica de exposición. Estos estudios demostraron que la exposición con realidad virtual es más eficaz que una condición de lista de espera, más eficaz que la exposición en imaginación e igualmente eficaz que la exposición en vivo, además que los resultados durante el tratamiento se mantienen a largo plazo (hasta 12 meses después de haber terminado el tratamiento) (Ortega, 2012). Estos resultados son alentadores, sin embargo, no concluyentes puesto que en las aplicaciones de realidad virtual construidas para la terapia de exposición, normalmente no hay un enlace entre el diseñador y el psicoterapeuta. Si este enlace existe el paciente o usuario debe adaptarse a las condiciones que se le presenten. Recrear un mundo virtual para la acrofobia, la fobia a conducir y la fobia a los insectos entre otras supone el uso de contextos virtuales 2D y en algunos casos 3D y de inmersión o de realidad aumentada (Daoud, Qadoummi, & Abou-Tair, 2015), pero cuando nos enfrentamos a un trauma relacionado con comportamientos y emociones muy fuertes, el tratamiento agrega mayor complejidad en el diseño del entorno. Teniendo presente que los efectos del TEPT pueden ser: recuerdos recurrentes e intrusos, evitación de las actividades relacionadas con el trauma, hipervigilancia, desapego frente a los demás, restricción de la vida afectiva, respuestas exageradas de sobre salto, reducción acusada de interés y respuestas fisiológicas al recordar el trauma, se hace necesario que la interacción en el contexto virtual sea dinámica, que el curso de la historia que se vive en la sesión de exposición sea establecida por el mismo paciente. Sin embargo, a la fecha no hay datos sobre técnicas de diseño y aplicación de experiencia de usuario en realidad virtual (UX-VR) (Hong, 2017), donde se considere las emociones y los afectos en el diseño de las aplicaciones para el tratamiento del TEPT.

Por lo anterior la justificación de la realización de este estudio se fundamenta en la hipótesis de: “Mediante el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual inmersiva con apego a UX-VR, se logra potenciar el aprovechamiento de las terapias de exposición con realidad virtual”. La meta es probar una aplicación interactiva construida con estos lineamientos y demostrar su eficacia en TEPT. Los objetivos que se plantearon para este estudio fueron los de establecer el match entre los protocolos de TCC y la jerarquía de necesidades de RV (Cronin, 2015), pasando por UX-VR, desarrollar una aplicación con esas características y finalmente la realización del experimento controlado. Este estudio se centra en la generación de una nueva alternativa de herramienta de apoyo psicoterapéutico para

aquellas personas que han sufrido amputación, dado que además del daño en sus extremidades, por lo general se acompañan de trastornos de tipo psicológico (Tepper, 2014). Los resultados de este estudio tienen unas implicaciones científicas mediante las cuales se demuestra la utilidad y aplicabilidad de un nuevo enfoque para la construcción de aplicaciones interactivas como herramientas de apoyo al proceso de tratamiento psicológico conductual, el aporte se da tanto para la ingeniería de software permitiendo establecer el trabajo multidisciplinario para la elicitación de requerimientos y la validación de la construcción del producto viable que cumpla con la calidad esperada. Por otra parte, el aporte a psicología se da con la generación de criterios para la construcción de herramientas de apoyo al tratamiento conductual.

El presente estudio aporta fundamentalmente en el establecimiento de la relación entre el modelo de procesos, las técnicas de diseño de aplicaciones interactivas y las técnicas de validación de prototipos que permite agregar valor al desarrollo de aplicaciones interactivas de realidad virtual inmersiva tendientes a apoyar los procesos psicoterapéuticos conductuales.

Metodología:

El enfoque metodológico apropiado en este estudio es mixto. Este estudio se desarrolló siguiendo los lineamientos de entornos inmersivos para rehabilitación de enfermedades mentales dependientes del comportamiento. En él se establecieron una serie de lineamientos soportados en el modelo de procesos clásico y nutrido metodológicamente con Diseño Centrado en el Usuario (DCU) (Garreta & Mor, 2007). Inicialmente se requiere establecer un equipo multidisciplinario, conformado por expertos de diseño de software y los expertos psicoterapeutas. Con ello se logran elicitar los requisitos (Penichet, 2007), de modo que acorde con el diagnóstico del paciente que sufre trastorno de estrés, la escala de síntomas y el inventario de ansiedad se logra aprender de los usuarios de la aplicación, así como definir los mapas de empatía que determinen la particularidad del entorno virtual a desarrollar. Seguidamente se apropian algunos de los artefactos de SCRUM (Schwaber & Sutherland, 2014), como el sprint planning, sprint backlog, y los sprint retrospective para agregar valor al desarrollo y poder establecer el crecimiento orgánico de la aplicación. Finalmente, dentro del modelo de procesos se estableció la etapa de validación, el cual se

estructura mediante una técnica que permite generar validaciones de prototipos e ir agregando valor al producto final.

El diseño de aplicaciones interactivas de realidad virtual para apoyo psicoterapéutico del TEPT, requiere la utilización de artefactos del modelo de procesos tradicional, de modelo de procesos SCRUM, de diseño centrado en el usuario DCU, del trabajo multidisciplinar de la psicología conductual y de los procesos de validación (Pedreira, Piattini, Luaces, & Brisaboa, 2007).

Equipo: Este de conforma para realizar trabajo multidisciplinar, dado que para la definición del plan del proyecto es necesaria la intervención de expertos en psicología conductual para el tratamiento del TEPT. En esta etapa de la metodología se define los roles tales como el Product Owner (PO), Scrum Master(SM), Development Team(DT) desde el modelo de procesos ágil. Por otra parte, y para el desarrollo del plan (DVPlan) (Usability.gov, 2018) se requiere la intervención de experto en diseño de aplicaciones interactivas, quien trabaja en conjunto con el experto psicoterapeuta del TEPT. De esta manera se ensambla el equipo de trabajo (AsmPT) (Usability.gov, 2018) para el proyecto. Cabe resaltar que esta metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto, establece el requerimiento inicial de que el paciente que será sometido a la terapia de exposición ya debe estar diagnosticado con TEPT. El experto psicoterapeuta basará los criterios de psicometría haciendo uso de los manuales de diagnóstico de enfermedades mentales, estos son: El compendio diagnóstico de la American Psychiatric Association (DSM-V) (APA, 2018), en este el TEPT está codificado con 309.8 y presenta los criterios requeridos para su dictamen. También está la clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionadas con salud (CIE10) (OMS, 1989), una clasificación de enfermedades puede definirse como un sistema de categorías a las que se asignan entidades morbosas de conformidad con criterios establecidos. La clasificación puede girar en torno a muchos ejes posibles, y la elección de uno en particular estará determinada por el uso que se hará de las estadísticas recopiladas. Una clasificación estadística de enfermedades debe abarcar toda la gama de estados morbosos dentro de un número manuable de categorías, según el aval que ha dado la organización mundial de la salud a esta clasificación. En el CIE-10 el TEPT está codificado con F43.1 y como en el caso del DSM-V en esta clasificación se pueden identificar todos los rasgos característicos del comportamiento de una persona que padece TEPT.

Elicitación de requisitos: para definir los requisitos, es necesario que el experto en psicoterapia del TEPT interprete los resultados de una entrevista diagnóstica. Esta incluye una serie de preguntas relacionadas con el contexto donde vive el paciente, preguntas sobre la experiencia con el trauma, es decir, conocer cuáles han sido las reacciones del paciente frente a los sucesos que han generado sus cambios en el comportamiento. Se indaga sobre el tipo de evento como puede ser combate, violación, incesto, desastre natural, accidente, amenaza inminente, entre otros. Este punto es crucial porque permite determinar la tendencia o el tipo de escenario de exposición que se debe desarrollar con ayuda de la realidad virtual. Para el caso de este proyecto el escenario escogido fue el de combate. En esta etapa el experto psicoterapeuta entrega una evaluación de la escala de síntomas y el inventario de ansiedad, de modo que se pueda evidenciar en una escala de 1 a 4 el nivel de ansiedad, depresión, evitación y demás síntomas del TEPT se identifican en el paciente. Esto es determinante en el diseño de la aplicación, dado que permite desarrollarla con un mayor enfoque hacia dichos síntomas. Desde el punto de vista de los artefactos de DCU en esta etapa de elicitación de requisitos, se resalta el hecho de que la entrevista diagnóstica nos permite aprender acerca del usuario (Learn About Your Users) (Usability.gov, 2018) y permite a partir de los mapas de empatía (Empaty maps) (Usability.gov, 2018) para involucrar al usuario en el diseño, permitiendo tener una comprensión profunda del usuario o público objetivo para el que se está creando un servicio o producto, y así identificar aspectos que aún no se tienen claros y necesitan de más investigación en caso de ser necesario. En ellos se documenta: ¿Qué oye?, se coloca información relacionada con lo que escucha el usuario, como por ejemplo lo que dicen las personas que le influyen o a quién escucha, y también los medios de comunicación relevantes para él. Luego en el cuadrante de la derecha ¿Qué ve?, se indica información sobre lo que puede llegar a observar el usuario, como descripciones de su entorno o acciones que se desenvuelven. Seguidamente en el cuadrante superior ¿Qué piensa y siente?, se describe todo lo relacionado con los pensamientos y sentimientos de la persona, sueños y motivaciones, miedos y frustraciones. En el cuadrante ¿Qué dice y hace?, se ingresa información sobre el comportamiento de la persona, su actitud, las cosas que dice y sus acciones. En la parte inferior se encuentra el cuadrante Esfuerzos, donde se describen obstáculos, frustraciones, problemas que se presentan y finalmente el cuadrante resultados, se registra los logros que alcanzó o por el contrario no pudo lograr la persona. A partir de esta infor-

mación recopilada para el diseño, se priorizan los objetivos del proyecto y se obtiene el productbacklog del sistema, no dejando de lado la definición de la arquitectura de la implementación (IA).

Eventos scrum: Esta etapa define los artefactos del modelo de procesos de scrum necesarios para el prototipado, estos son: sprint planning, sprint backlog, daily scrum, demo's, sprint review, increment y sprint retrospective. Estos artefactos se combinan con los elementos de diseño: User motivation, interaction design (IxD) (Usability.gov, 2018) y los usability test (Usability.gov, 2018). Con todos estos artefactos, se logra agregar incremento al producto final de la aplicación interactiva.

Validación: En esta etapa de la metodología se utilizó la validación de expertos, tanto del proceso psicoterapéutico, como del diseño de aplicaciones interactivas. Se estableció un diseño de experimento que permitió obtener un inventario de depresión, la opinión por parte del paciente del tratamiento realizado y un conjunto de lecciones aprendidas para análisis y refinamiento del producto final. La estructura de la validación se estructuró a partir de la metodología desing science (Peppers, Tuunanen, Rotherberger, & Chatterjee, 2014), basada en la validación de la solución propuesta a un problema práctico. Inicialmente se define el diseño de un entorno interactivo de realidad virtual para terapia de rehabilitación de TEPT, se desarrolla y se valida (Gregor & Hevner, 2013). Los resultados se analizan y con las lecciones aprendidas se itera nuevamente al diseño y desarrollo de modo que se plantean unos problemas y se solucionan otros, utilizando la información obtenida para realizar el siguiente entorno. De forma secuencial se repite el mismo proceso dando lugar a nuevas soluciones para la siguiente propuesta diseño. Con el fin de obtener conocimientos sobre el comportamiento y la repercusión en el usuario que utiliza la aplicación interactiva propuesta. La validación del proyecto planteado requiere realizar experimento en un grupo poblacional que padezca el síndrome de miembro fantasma, para ello se realizaron acercamientos iniciales con la tercera brigada del ejército nacional, donde se obtuvo la autorización para la realización del proyecto y aplicaciones de instrumentos al equipo de voleibol sentado de esta institución. La Figura 1 muestra la carta de aceptación para realización de las pruebas.



Figura 1 Carta aceptación del proyecto

En esta figura se puede ver que el proyecto inicialmente planteado fue el que atendía el síndrome de miembro fantasma, pero después de realizar varias visitas a la tercera brigada y realizar encuestas a los soldados, se tuvo que pivotear el proyecto para atender el **TEPT**.

Selección del tipo de experimento: Dentro de este proyecto se planteó utilizar un experimento verdadero con series cronológicas aplicables a dos o más grupos.

Descripción del diseño: En este proyecto se priorizó el análisis los efectos de la aplicación de las terapias con realidad virtual inmersiva a pacientes que en primera medida han sufrido amputación y en segundo término que padecen el TEPT. Para ello se hizo firmar el consentimiento informado de cada una de las personas que participaron en este estudio.

Estos efectos deben ser observados a lo largo de un determinado periodo de tiempo. Para ver la evolución en la manipulación de la variable independiente que en este caso fue el TEPT, desde el diseño del experimento se estableció la aplicación de varias pos-pruebas. Estas se establecieron de acuerdo a los periodos de prevalencia del trastorno en el paciente, teniendo un primer grupo de personas que han sufrido recientemente el trauma de la amputación (tres meses) y un segundo grupo (conformado por las mismas personas) pero cuando tienen dieciocho meses de haber sufrido dicho suceso. Por tanto, al evaluar el efecto de la aplicación de la prueba, se requiere tener dos grupos definidos aplicando pre-prueba. La Tabla 1 muestra el modelo del experimento, donde se consideran un grupo de sujetos (RG1), a los cuales se les aplica unas pre-pruebas (01). Seguidamente se someten a la terapia de exposición con la aplicación de realidad virtual (X1) durante tres sesiones respectivamente.

De acuerdo a lo anterior, el diseño del experimento aplicado fue el siguiente (Saval Morona, 2015):

Tabla 1. Diseño del experimento

	3 meses después del trauma		18 meses después	21 meses después	24 meses después
RG1	0 ₁	X ₁	0 ₂	0 ₃	0 ₄

Como resultado de la aplicación del diseño de experimento se comprobó si la aplicación de las recomendaciones de diseño aplicadas al desarrollo de la aplicación interactiva, lograron evidenciar y aportar para la rehabilitación de pacientes amputados con TEPT.

Las herramientas utilizadas en este proyecto, son las siguientes:

- **Blender:** Programa informático multi plataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital. En Blender, además, se pueden desarrollar vídeo juegos ya que posee un motor de juegos interno (blender.org, 2018).
- **Unity:** Es un motor de videojuego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible como plataforma de desarrollo para Microsoft Windows, OS X, Linux. La plataforma de desarrollo tiene soporte de compilación con diferentes tipos de

plataformas. A partir de su versión 5.4.0 ya no soporta el desarrollo de contenido para navegador a través de su plugin web, en su lugar se utiliza WebGL. Unity tiene dos versiones: Unity Professional (pro) y Unity Personal (unity3d.com, 2018).

- **C#:** El comportamiento de los GameObjects es controlado por los Components que están adjuntos. Aunque los Componentes integrados de Unity pueden ser muy versátiles, se necesita ir más allá de lo que estos pueden proporcionar para implementar las características propias de su juego. Unity permite crear Componentes propios utilizando los scripts de C#. Permite generar trigger's (activar/desactivar) eventos de su juego, modificar propiedades de los Componentes en el tiempo y responder al input del usuario de la forma que se desee, lo cual permite agregar interacción en las escenas. Unity soporta dos lenguajes nativamente: C#, un lenguaje estándar de la industria similar a Java o C++ y UnityScript un lenguaje diseñado específicamente para uso con Unity y modelado con JavaScript (Microsoft, 2018).
- **Gimp (GNU Image Manipulation Program):** es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías. Es un programa libre y gratuito. Forma parte del proyecto GNU y está disponible bajo la Licencia pública general de GNU y GNU Lesser General Public License (gimp.org.es, 2018).
- **Audacity:** Es una aplicación informática multiplataforma libre, que se puede usar para grabación y edición de audio, distribuido bajo la licencia GPL (audacityteam.org, 2018).

Desarrollo: Escena Tratamiento de Estrés Postraumático.

El desarrollo de la aplicación se realizó en el contexto de los resultados de la entrevista diagnóstica realizada a un grupo de ocho sujetos, quienes desarrollaron mecanismos psicológicos de defensa frente a la angustia por la hostilidad del miedo. La Tabla 2, presenta los mecanismos de defensa que caracterizan a los sujetos después del evento de la amputación, las cuales vienen a ser las variables de la muestra del presente estudio acorde al enfoque conductual del tratamiento:

Tabla 2. Mecanismos de defensa

Sujetos	Recuerdos intrusos	Sobresalto	Reducción de interés	Respuestas fisiológicas	Hipervigilancia	Evitación
Militar 1	X	X				X
Militar 2	X	X				
Militar 3	X	X		X		X
Militar 4	X		X		X	
Militar 5	X		X		X	
Militar 6	X		X		X	
Militar 7						X
Militar 8		X		X		

Los instrumentos para realizar la recolección de la información fueron:

- Entrevista diagnóstica de TEPT
- Escala de síntomas de TEPT
- Inventario de ansiedad riesgo – estado
- Inventario de depresión de Beck

La aplicación consistió en una experiencia de terapia cognitivo conductual de exposición, en la cual los eventos deben asociarse a la experiencia de tratamiento de estrés posttraumático. Principalmente se utilizaron eventos asociados a impactos (explosiones, golpes y caídas de objetos, etc.), diseñados para producir en el usuario la sensación de inmersión y presencia para estar atento a su entorno y de constante amenaza (Epstein, 2017). Se plantea una escena donde el usuario es una persona en medio de una situación de conflicto bélico. El trasfondo de la escena es el sonido de explosiones y disparos lejanos.

A la entrada a la escena, el usuario en primera persona se encuentra en un rincón de unas ruinas. Se plantea una situación de tensión bajo ataque (ambientado con sonidos de bombas y disparos lejanos). Apenas inicie la exploración, hay una explosión que genera unas barreras físicas –fuego, ruinas, etc. a lo que el usuario debe asociar que “debe buscar una salida”).



Figura 2 fuego y ruinas (investigador)

La salida es limitada (aunque el usuario no lo sabe), hay un camino específico y delgado diseñado con el objeto de inducir la sensación claustrofóbica; el segundo evento es el estallido de un artefacto explosivo a unos cuantos metros del usuario; este estallido causa un impacto visual y sonoro fuerte que el usuario observará en un campo visual limitado de tal manera que no tenga alternativa sino “observar el evento y asimilar el estímulo visual y sonoro” producido por la explosión. Al avanzar en la escena, el usuario solo tiene la posibilidad de buscar desplazarse en el sentido del punto asociado a la explosión, un gran árbol que recibió el impacto del explosivo, en medio de llamas se cae sobre el escenario y genera una situación de una barrera, la cual, refuerza la sensación de limitaciones espaciales para huir del evento y de la escena de tensión generada hasta el momento. Una vez pasada la barrera del tronco caído, el paciente se acercará a las otras ruinas donde se genera una escena emocional. Se implementan dos escenas de interacción y dependiendo del camino que tome el usuario, al activar un evento en un objeto tangible para el en el entorno virtual:

- I. Se encuentra unos cadáveres de una familia víctimas de las explosiones y ataques. A partir de este elemento, el desenlace de la escena solo se basa en que el sujeto busque un punto de llegada para el mismo ponerse a salvo.

- II. La interacción entre el usuario y los personajes auxiliares de la escena (niños). A partir de este elemento, el desenlace de la escena se basa en que el sujeto se dedique a proteger a los niños y busque un punto de llegada para ponerlos a salvo.

Para cualquiera de las opciones anteriores, el sujeto deberá atravesar las ruinas, lo cual confrontará al sujeto con una situación de incertidumbre debido a una especie de laberinto de laberinto que deberá sortear el sujeto mientras sale de las ruinas (Hevner, 2007). Según la opción elegida de la escena anterior, se puede determinar situaciones en las que el prototipo adquiera el correspondiente grado de complejidad respecto al nudo y desenlace de la experiencia de inmersión, determinadas de la siguiente manera:

1. El usuario, en su búsqueda de un lugar seguro para poder resguardarse de los tiroteos y bombardeos, se ve obligado a recorrer un corredor natural en el cual es víctima de una explosión de una mina; este es el evento cumbre de la experiencia, dentro de la comprensión del tratamiento del estrés postraumático, en el cual, el usuario se ve enfrentado a un drástico y abrupto estímulo visual y de audio asociado a la explosión cercana. El sujeto queda con una mutilación como consecuencia de la explosión, y debe realizar acciones asociadas al tratamiento de la herida (aplicar torniquete), y cumplir el objetivo de llegar a un lugar seguro arrastrándose.
2. En el caso de la protección de los niños, el usuario tendrá que ir con los niños, procurando prestarle atención a ellos y buscando el punto de refugio; sin embargo, en el momento de atravesar el corredor natural, uno de los niños activa la mina y genera una explosión; en este caso la víctima de mutilación es uno de los niños, y el sujeto recibirá el mismo estímulo visual y sonoro de la explosión, sin embargo, la acción de mitigación se dará sobre el niño herido (aplicar torniquete), y posterior a ello, llevarlos niños heridos hasta el punto de refugio.

En los dos casos, al llegar al punto de refugio, termina la experiencia de juego, tras lo cual, el psicoterapeuta del TEPT puede proceder a realizar la correspondiente evaluación y monitoreo de las diferentes variables que se evalúan sobre las emociones y sensaciones que tuvo el usuario en medio de la aplicación de la terapia a través de la experiencia de realidad virtual (QUERO & BOTELLA, 2012).

Consideraciones:

- En el trasfondo de la escena, constantemente se presentarán estímulos de audio asociados a explosiones y tiroteos que generan el contexto de que la experiencia se desenvuelve en medio de un conflicto bélico.
- En las escenas asociadas a confrontar el estrés, se ejecutarán estímulos de audio asociados a la agitación de la respiración y el aumento acelerado del ritmo cardíaco.
- En el momento cumbre de la experiencia de la escena (explosión de la mina), se aplicarán efectos de salpicado de sangre dando a entender la situación de afectación sobre el estado de salud del usuario; además se acompañará del zumbido agudo generado en este tipo de explosiones al afectar su capacidad auditiva.
- La experiencia en la escena esta para una duración regular de entre 3-4.5 minutos.

Resultados:

En esta parte del estudio se describen la maneca como desde el punto de vista metodológico se describe el análisis de los datos recolectados. Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron de las pre-pruebas (entrevista diagnóstica y las pos-pruebas aplicadas con la terapia de exposición por parte del experto psicoterapeuta. Este resultado evaluó el grado de evidencia de los diferentes mecanismos de defensa presentados en la Tabla 2, donde cada uno de los mecanismos se evidencia en cuatro posibles niveles: Bajo= 0, Medio= 50, Alto= 80 y Muy Alto= 100. Para corroborar estos niveles, el psicoterapeuta preguntaba y observaba el comportamiento del paciente, durante el uso de la aplicación interactiva. Como primera medida, la prueba diagnóstica arrojó unos altos niveles de recuerdos intrusos y evitación de las situaciones que están asociadas con el trauma. La figura 3,

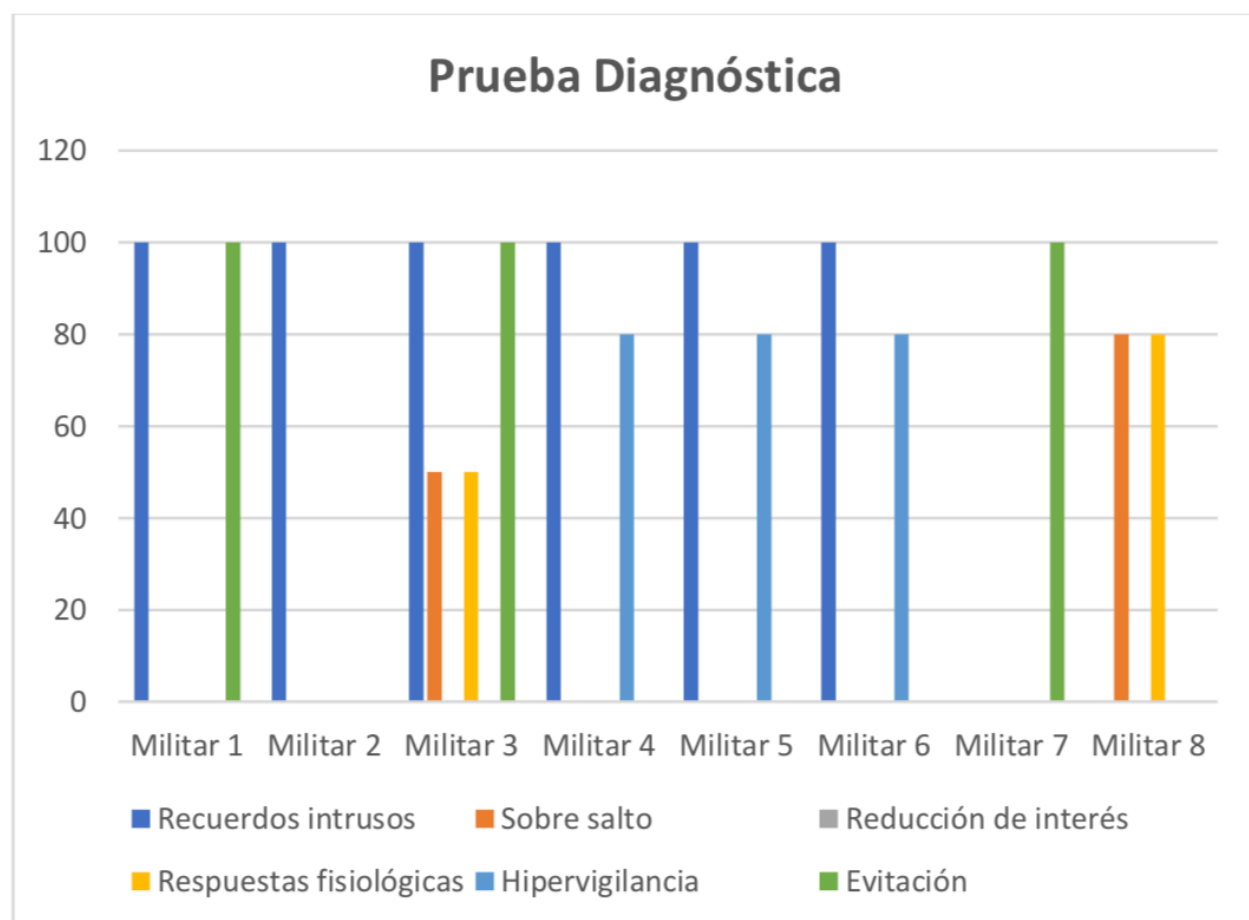


Figura 3 Resultados de la prueba diagnóstica

muestra que al 75% padece de un muy alto factor de recuerdos intrusos, un 37,5% presenta altos niveles de evitación de aquellas situaciones similares que activaron el trauma. Es de especial atención que como resultado de la prueba diagnóstica se pudo evidenciar un alto grado de hipervigilancia en el 37,5 % de los sujetos, mientras que el 25% presentó sobresalto y respuestas fisiológicas. El caso más crítico encontrado en la prueba diagnóstica, fue el sujeto 3, quien presentó 4 de los 8 síntomas. En la sesión 1, se pudo obtener que el 62,5% de la muestra presentaba recuerdos intrusos en escala alto, lo que frente muy alto 75% de la prueba diagnóstica presenta un indicador de mejoramiento de este síntoma. Para el sujeto 3 desapareció el registro de las respuestas fisiológicas y en general en el grupo, se presentó una disminución generalizada de muy alto a valores medios de los síntomas. En la sesión 2 mostró que sólo 25% de los sujetos presenta hipervigilancia y el sujeto 3 presenta alta incidencia de recuerdos intrusos. La Figura 4, presenta los resultados después de la sesión 3 donde los sujetos 1,2,6 y 7 ya no presentaron síntomas de TEPT y el sujeto 3, que inicialmente era el más crítico conserva niveles de sobresalto y recuerdos intrusos considerablemente más bajos que en la prueba diagnóstica (Vilalta, Pla, Ferrer, & Gutiérrez, 2015).

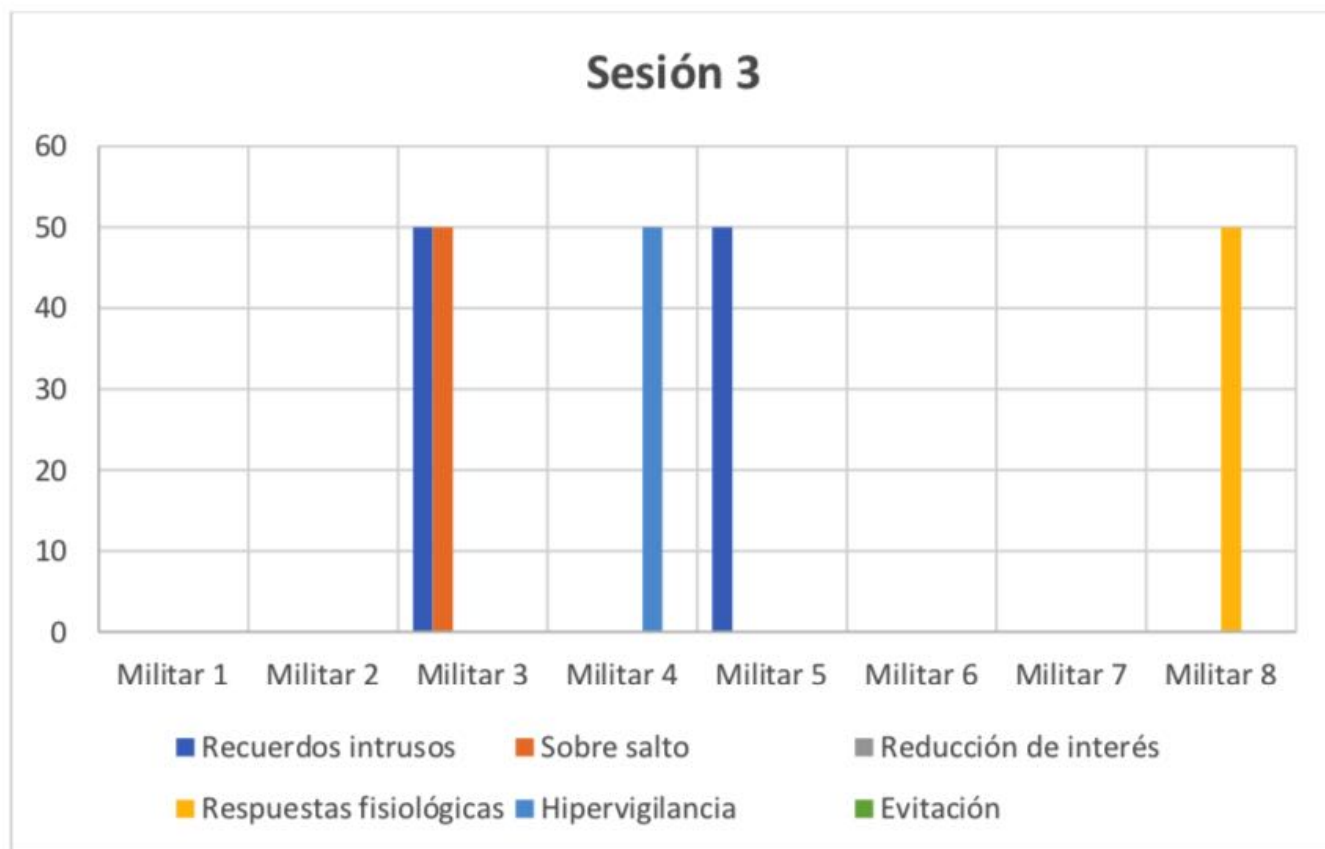


Figura 4 Resultado sesión 3

Discusión de resultados:

Frente a la hipótesis del presente estudio “Mediante el desarrollo de una aplicación interactiva de realidad virtual inmersiva con apego a UX-VR, se logra potenciar el aprovechamiento de las terapias de exposición con realidad virtual”, los resultados obtenidos permiten establecer que son alentadores, dado que en el 50% de la muestra desaparecieron los síntomas totalmente. La evitación es una de las variables del experimento que de manera definitiva desaparecen de los síntomas de TEPT en las personas que se sometieron a las pruebas. Esto permite establecer que el hecho de enfrentarse a escenas en las cuales se vuelve a sentir la sensación de estar en el sitio que generó el TEPT, genera una adaptación de la persona lo cual le permite superar esa afectación. Si bien es cierto que un desacierto que se presenta en el diseño del experimento es que se requerían mayor número de pospruebas hasta poder verificar si el caso del sujeto 3 era subsanable en el tiempo. Con los resultados obtenidos y a la luz de estudios previos realizados respecto a la utilización de realidad virtual para apoyo psicoterapéutico (Botella, García-Palacios, Quero, Baños, & Bretón-López, 2006), es de utilidad para mejorar dichos tratamientos. Estos resultados a

su vez demuestran que el establecimiento del match entre las terapias cognitivo conductuales y las técnicas de diseño de aplicaciones interactivas es consistente con el objetivo del presente estudio.

Es presente estudio pone en evidencia la necesidad de seguir trabajando en esta línea de investigación para lograr mejor interacción e inmersión en los entornos virtuales. Otro resultado importante del presente estudio fue que los sujetos aceptaron, someterse la terapia de exposición con realidad virtual frente a la terapia en vivo, lo que corrobora lo escrito por cristina Botella en los estudios sobre el uso de las tecnologías de la información y comunicación en los tratamientos de trastornos psicológicos como las fobias específicas y el TEPT.

Conclusiones

El uso de la terapia cognitivo conductual de exposición apoyada en la realidad virtual, tiene resultados comparativos a la terapia en vivo, puesto que es más aceptada por los sujetos, dado que se da en unas condiciones de control y decisión propia de los que se va a hacer.

El presente estudio corrobora la base teórica que fundamenta el uso de la realidad virtual inmersiva para el tratamiento de las fobias específicas, puesto que los resultados obtenidos en una muestra de militares que sufrieron amputaciones, se disminuyeron los síntomas más complejos como los del TEPT.

El diseño de un entorno de inmersión permitió al usuario la sensación de presencia en el mundo virtual, pudiendo él mismo decidir el camino al sitio seguro simulado. Se evidenció el cumplimiento de la jerarquía de necesidades de la realidad virtual.

El diseño y la validación mediante el experimento real con un grupo específico de usuarios amputados, permitió corroborar los resultados de la valoración realizada por expertos de diseño de aplicaciones interactivas y expertos psicoterapeutas.

El aporte metodológico de este estudio permite establecer lineamientos para el trabajo multidisciplinario, tendiente a mejorar la calidad de vida de las personas que padecen estrés protraumático.

Agradecimientos

Los aportes recibidos del Phd. Cesar Alberto Collazos y el PhD. Víctor Manuel Ruiz Penichet permitieron llevar a feliz término este estudio. Por otra parte, al cuerpo de profesores de la facultad de psicología clínica de la universidad cooperativa de Colombia y al equipo de profesionales de la tercera brigada del ejército de Colombia.

Referencias

- APA. (29 de 04 de 2018). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Obtenido de <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>
- Arevalo, A. (2010). DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DUELO EN PACIENTES CIVILES Y MILITARES AMPUTADOS. Bogotá D.C: UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
- Association, A. (2014). Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5. Chicago: American Psychiatric Publishing.
- audacityteam.org. (2018). audacityteam.org. Obtenido de <https://www.audacityteam.org>
- Bados, A. (2015). Trastorno por estrés postraumático. Barcelona: universitat de Barcelona.
- blender.org. (29 de 04 de 2018). Blender.org. Obtenido de <https://www.blender.org/>
- Botella, C., Baños, R., Gacía- Palacios, A., Quero, S., Guillen, V., & Marco, H. (2007). La utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en psicología clínica. uocpapers, 3.
- Botella, C., García-Palacios, A., Quero, S., Baños, R., & Bretón-López, J. (2006). Realidad virtual y tratamientos psicológicos: Una revisión. Psicología Conductual, 16-17.
- CICR. (2008). Convención sobre municiones en racimo. Ginebra: cicr.
- Cronin, B. (2015). The hierarchy of needs in virtual reality development. Medium.
- Daoud, M., Qadoummi, T., & Abou-Tair, D. (2015). An Interactive Rehabilitation Framework for Assisting People with Cerebral Palsy. REHAB '15 ACM.
- De la guía, E. (2016). Desarrollo de Entornos Basados en Interfaces de Usuario Tangibles y Distribuidas. Albacete: Universidad de Castilla La Mancha.
- Epstein, M. (Diciembre de 2017). VR for UX Designers: What I Learned During My First Project. Obtenido de <https://www.lullabot.com/articles/vr-for-ux-designers-what-i-learned-during-my-first-project>
- española, R. a. (2014). Diccionario de la lengua española. En 23.a edición.

García-Palacios, A., Botella, C., Hoffman, H., & Fabregat, S. (2007). Comparing Acceptance and Refusal Rates of Virtual Reality Exposure vs. In Vivo Exposure by Patients with Specific Phobias. *CYBERPSYCHOLOGY & BEHAVIOR*, 722-724.

Garreta, M., & Mor, E. (2007). Diseño centrado en el usuario. Barcelona: UOC. gimp.org.es. (2018). gimp.org.es/. Obtenido de <http://www.gimp.org.es/>

Gregor, S., & Hevner, A. (2013). POSITIONING AND PRESENTING DESIGN SCIENCE RESEARCH FOR MAXIMUM IMPACT. *Mis Quarterly research*, 337-355.

Hevner, A. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 87-92.

Hong, P. (2017). How to design for Virtual Reality. Obtenido de <https://medium.com/inborn-experience/how-to-design-for-virtual-reality-66d62e88791>

Hong, P. (Septiembre de 2017). How to design for Virtual Reality. Obtenido de <https://medium.com/inborn-experience/how-to-design-for-virtual-reality-66d62e88791>

ICBL, & CMC. (2018). International campaign to ban landmines. Obtenido de Cluster munition coalition: <http://icbl.org/en-gb/home.aspx>;<http://stopclustermunitions.org/en-gb/home.aspx>;

Microsoft. (2018). C# programming guide. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/programming-guide/>

Murray, C., Pettifer, S., Howard, T., Patchick, E., Caillette, F., Kulkarni, J., & Bamford, C. (2007). The Treatment of Phantom Limb Pain Using Immersive Virtual Reality: Three Case Studies. *Disability & Rehabilitation*, 1465-1469.

OMS. (1989). MANUAL DE CODIFICACIÓN: CIE-10-ES DIAGNÓSTICOS. Ginebra: OMS.

Ortega, J. (2012). Tratamiento cognitivo-conductual protocolizado y en grupo, para la fibromialgia: Aplicación en contexto hospitalario. UNED.

Pedreira, O., Piattini, M., Luaces, M., & Brisaboa, N. (2007). Una revisión sistemática de la adaptación del proceso software. *REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 21-37.

Peppers, K., Tuunanen, T., Rotherberger, M., & Chatterjee, S. (2014). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management*

Information Systems.

Penichet, V. (2007). Modelo de Proceso para el Desarrollo de Interfaces en Entornos CSCW

Centrado en los Usuarios y Dirigido por Tareas . Albacete: UCLM.

Pirowska, A., Wloch, T., Nowobilski, R., Plaszewski, M., Hocini, A., & Ménager, D. (2014). Phantom phenomena and body scheme after limb amputation: A literature review. Science-Direct, 52-59.

QUERO, S., & BOTELLA, C. (2012). TRATAMIENTO PSICOLÓGICO DEL TRASTORNO DE ESTRÉS POSTRAUMÁTICO. FOCAD, 5-11.

Rothbaum, B., Hodges, L., Kooper, R., Opdyke, D., Wiliford, J., & North, M. (1995). Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. The American journal of psychiatry, 626-628.

Salud, O. M. (2003). Clasificación estadística internacional de enfermedades y problemas relacionados con salud. Ginebra: OMS.

Saval Morena, J. (2015). Exposición y prevención de respuesta en el caso de una joven con trastorno obsesivo compulsivo. Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes, 78-79.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2014). La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego. Scrum.Org and ScrumInc.

Tepper, M. (2014). Sexual Healthcare for Wounded Warriors with Serious Combat-Related Injuries and Disabilities. ScienceDirect, 64-74.

unity3d.com. (2018). unity3d. Obtenido de <https://unity3d.com/es>

Usability.gov. (29 de 04 de 2018). Usability.gov. Obtenido de <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/project-team.html>

Vilalta, F., Pla, J., Ferrer, M., & Gutiérrez. (2015). Terapia de exposición mediante Realidad Virtual en los. Revista Tesis Psicológica, 12-37.

Villasolli, T. O., Zafirova, B., Orovcanee, N., Poposka, A., Murtezani, A., & Krasniqi, B. (2014).

Energy Expenditure and Walking Speed in Lower Limb Amputees: a Cross Sectional Study. Ortopedia, traumatologia, rehabilitacija, 419-426.

Von, A. (2004). Design science in information systems research. *MIS quarterly*, 28(1), 75-105. Zayfert, C., & Black Becker, C. (2008). *Terapia cognitivo-conductual para el tratamiento del trastorno por estrés postraumático*. Ciudad de México: El manual Moderno S.a. de C.V.

13

El uso de nuevas tecnologías de la información y comunicación para la prevención de enfermedades arbovirales

Omar Geovanny Pérez, Cristian Manuel Duran, Richard Mendoza.

Universidad de Pamplona,
Pamplona Norte de Santander, Colombia

Sobre los autores

Omar Geovanny Perez Ortiz: Doctor en Biología. Área Parasitología. Director del grupo de Investigación en enfermedades parasitarias, tropicales e infecciosas (GIEPATII). Universidad de Pamplona. 2004 a Febrero de 2009

Correspondencia: geoperez@unipamplona.edu.co

Cristhian Manuel Durán Acevedo. Doctor En Ingeniería Electrónica. Grupo de Investigación en Sistemas Multisensoriales y Reconocimiento de Patrones (GISM). Universidad de Pamplona

Correspondencia: cmduran@unipamplona.edu.co

Richard Eliseo Mendoza Gáfaró. Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos. Grupo de investigación en desarrollos virtuales. Universidad de Pamplona.

Correspondencia: remendozag@unipamplona.edu.co

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo el análisis, diseño y producción de herramientas computacionales tipo video juego (mundos virtuales) para mejorar los niveles de aceptación, comprensión y motivación en la enseñanza, promoción y prevención de enfermedades en la región fronteriza Colombo–Venezolana. Para el logro de los objetivos propuestos, la metodología de trabajo se dividió en cinco fases (concepción, diseño, planificación, producción y pruebas) que permitieron el desarrollo del video juego conocido como el Juego de Dengue (JUDEN). Se llevó a cabo la validación del sistema con usuarios en edades comprendidas entre 8 a 16 años, que formaban parte de las escuelas de básica primaria y secundaria del municipio de Cúcuta, (Norte de Santander) Colombia. Se dio acompañamiento a los docentes y estudiantes y al final de cada sesión se realizó la evaluación de los conceptos adquiridos por cada uno de ellos y se registra la información para su posterior evaluación y análisis. Se espera con el uso de estas nuevas herramientas computacionales, una mejora en los programas de promoción y prevención y un mayor conocimiento de éstas por parte

de los niños (as) de básica primaria y secundaria de las escuelas participantes.

Palabras Claves: Enseñanza, Promoción y Prevención, Enfermedades Infecciosas, Mundo virtual, Videojuegos.

The use of new information and communication technologies for the prevention of arboviral diseases

Abstract

The purpose of this research was the analysis, design and production of computer tools with a video game style (virtual worlds) in order to improve the levels of acceptance, understanding and teaching motivation, promotion and diseases' prevention in the Colombian-Venezuelan border region. To achieve the intended objectives, the work methodology was divided into five phases (conception, design, planning, production and testing) that allowed the development of the video game known as the Dengue Game (JUDEN). Validation of the system was carried out with users aged between 8 and 16 years, who were part of the elementary and secondary school in the city of Cúcuta, (North of Santander) Colombia. Support was provided to

teachers and students and the evaluation of the concepts acquired by each of them was made at the end of each session, where the information was registered for later interpretation and analysis. It is expected with the use of these new computer tools an improvement in the promotion and prevention programs and also an increase in the knowledge of these by the primary and secondary school children participating in the research.

Keywords: Teaching, Promotion and Prevention, Infectious Diseases, Virtual World, Videogames.

Introducción

Desde comienzo del siglo XX las enfermedades transmitidas por vectores, se han convertido en uno de los mayores problemas de salud pública que presentan las comunidades más pobres en los países latinoamericanos. Anualmente millones de personas padecen estas enfermedades, presentando altas tasas de mortalidad especialmente en niños y adultos mayores, situación que cada vez se hace más crítica si se tiene en cuenta que en los últimos años los índices de infestación se han mantenido en altos niveles, incrementándose en varios lugares (Schofield et al., 1994; Bundy et al., 1996).

En América Latina existen millones de personas infectadas y miles de ellas con manifestaciones clínicas (Segura et al., 1994). Para el 2006, se presenta una mortalidad de 156 casos por malaria, 193 casos por dengue y 25 casos por fiebre amarilla (WHO, 2007). De igual forma, para este mismo año, se establece una alta morbilidad por estas parasitosis, presentándose 882.361 casos por malaria, 552.023 por dengue, 59 por fiebre amarilla, así como 2.000.000 de casos por leishmania (WHO, 2007). En nuestro país, la alta tasa de morbi-mortalidad producida por la presencia de enfermedades transmisibles por vectores, señalan a este tipo de patologías como uno de los mayores problemas de salud pública de la sociedad colombiana. En el 2006 se reportaron 31 casos de muerte por malaria y 50 casos por dengue; de igual forma se presentó una alta tasa de morbilidad por este tipo de enfermedades, 90.884 casos para malaria, 36.742 para dengue y 8.817 para Leishmania (INS, 2006). Para el 2007 se han reportado hasta la semana 15, una mortalidad por malaria de 3 casos y por dengue de 14 casos. Los datos de morbilidad hasta esta semana indican para malaria 32.861 casos, para dengue 11.960 casos y 1.642 casos por leishmaniasis (INS, 2007). Para el 2010, se reportan altas tasas de morbilidad por este tipo de enfermedades. Hasta la semana 52 de este año, se reportaron para dengue, 146.354 casos y 5.420 para dengue grave. De igual forma, en relación con la Leishmaniasis, se reportaron 14.730 casos, así como 94.857 para malaria (INS, 2011). A nivel regional (departamento de Norte de Santander) para este año epidemiológico, se confirman 8.083 casos para dengue, 213 casos para leishmania y 381 casos por malaria (INS, 2011).

Según datos registrados en el último informe del boletín epidemiológico del Instituto Nacional de Salud del gobierno de Colombia, para el año 2016, se presentan a nivel nacional un alto número de pacientes infectados por arbovirosis transmitidos a los humanos por la picadura de hembras hematófagas del género *Aedes* sp. (*Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*) destacándose dentro de estas patologías, más de 103.822 casos de dengue, 19.566 casos de Chikungunya (para el año de 2015, se presenta el mayor brote epidémico de esta infección en el país, se reportan 353.323 casos de pacientes con sintomatología asociada a la infección por el virus de Chikungunya), 106.660 casos de pacientes con infección por el virus de Zika y 12 casos de pacientes con infección por el virus de la Fiebre Amarilla (SIVIGILA, 2017). Para el departamento de Norte de Santander, este mismo boletín reporta más de 2.781 casos de dengue, 180 casos de Chikungunya (para el año de 2015, se presenta el mayor brote epidémico de esta infección en el país, se reportan 6.165 casos de pacientes con sintomatología asociada a la infección por el virus de Chikungunya) y 10.830 casos de pacientes con infección por el virus de Zika (SIVIGILA, 2017). De la misma manera, el sistema de vigilancia reporta otras enfermedades infecciosas producidas por protozoos y que son consideradas de importancia clínica para el país, de acuerdo a los reportes establecidos en el boletín epidemiológico para 2016, donde se encuentra Leishmaniasis con 10.743 casos, Enfermedad de Chagas (927, casos) y Malaria (83.356 casos). Para el Departamento de Norte de Santander, se reportan para Leishmaniasis 941 casos, Enfermedad de Chagas 34 casos y Malaria 174 casos (SIVIGILA, 2017).

En estas condiciones, la amenaza de las enfermedades transmisibles por vectores no debe, ni puede enfrentarse aisladamente, se hace necesario desarrollar programas conjuntos y coordinados para contribuir a la solución de este problema. Debido a que aún no se ha desarrollado un método eficaz para prevenir estas enfermedades, las estrategias para su control buscan disminuir la transmisión, principalmente la vectorial, por tratarse de la forma de contagio más importante (Bos et al., 1988; Pinto et al., 1993). Actualmente dichas estrategias están dirigidas al ataque químico de los vectores sin tener en cuenta que existen factores de riesgo (como la falta de higiene, el desorden, recipientes artificiales que se convierten en criaderos, basuras y la presencia de animales dentro de la vivienda) que contribuyen en la persistencia de éstos en áreas rurales y urbanas (García-Zapata et al., 1994), problemática que se sostiene por la falta de conocimiento sobre los programas de promoción y prevención de estas enfermedades por parte de la mayoría de los habitan-

tes de estas zonas (Esteso et al., 1984; Dias, 1985). Es por ello que las alternativas de solución deben establecerse desde diferentes campos de acción, uno de los más importantes es la prevención y control de este tipo de enfermedades a través de proyectos educativos que contribuyan al conocimiento del ciclo de vida del vector y del parásito y mejorando las condiciones de saneamiento básico con en el fin de lograr la eliminación de los focos o criaderos del insecto transmisor por parte de la comunidad.

Una de estas alternativas, es el desarrollo de aplicaciones a través de nuevas tecnologías y su incorporación en el ámbito educativo, en donde las metodologías tradicionales de enseñanza-aprendizaje han venido sufriendo grandes cambios, lo que ha permitido la utilización de video juegos, en donde la realidad virtual juega un papel importante en el desarrollo de los individuos dentro de cada institución educativa (Gagné, 1992). La utilización de estos juegos de video como un mecanismo de enseñanza, cumple un papel importante en este sentido ya que fortalecen dentro del estudiante una serie de valores, como la atención constante, la estimulación, la interactividad, el fomento del aprendizaje generalizado, la competitividad, el instinto de descubrimiento, la capacidad de decisión y jerarquía (Becker, 2005). Actualmente la tecnología está permitiendo el desarrollo de espacios digitales que simulan el entorno físico de la realidad, y que pueden ser utilizados para llevar a cabo algunas actividades humanas, entre ellas la educación (Girvan y Savage, 2010).

Desde hace algún tiempo se visualiza un gran potencial en el uso de entornos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje (Calzadilla, 2002; Lizarralde y Huapaya, 2012). Su utilización, permite incorporar, reinventar y fortalecer técnicas didácticas que planteen la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades determinadas. Durante los próximos años, la construcción de ambientes simulados para el desarrollo de habilidades, de competencias, para enfrentarse con el aprender a hacer y aprender a conocer a través de juegos y simulaciones, ingresarán de manera exitosa en las diversas esferas de las instituciones, sociedades y comunidades académicas, favoreciendo la optimización del tiempo y ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas, favorece la sociabilidad, desarrolla la capacidad creativa, crítica y comunicativa del individuo permitiendo aumentar la motivación para el aprendizaje (Morales, 2009; Osorio, et al , 2012; Baños et al, 2014). Trabajar con herramientas interactivas sobre este tipo de actitudes puede suponer una mejor comprensión del alumnado de conceptos de difícil explicación tradicional (Morales, 2009, Rodríguez & Baños, 2011). Integrar estas herramientas, (mundos virtuales, plataformas edu-

cativas y herramientas web 2.0) en las tareas formativas de los estudiantes, desempeña actualmente un papel importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Baños, Rodríguez & Rajas, 2014).

Usar un mundo virtual como ambiente de aprendizaje esta siendo, cada vez, más habitual. El grado de motivación de los alumnos por la metodología de la actividad resulta muy alta (Revuelta, 2011). Se puede decir entonces, que un mundo virtual es una estrategia de enseñanza-aprendizaje, que considera conocimientos y habilidades (Imperatore, 2009; Mora, et al, 2014), que permite que el estudiante aprenda en el camino que tiene que recorrer, pasando por un conjunto de tareas muy específicas, a través de las cuales incluso se resuelven problemas que se le plantean al estudiante y llegar al final de un recorrido logrando alcanzar un conjunto de metas y conocimientos (López, et al, 2015). La utilización de los Mundos Virtuales 3D o MUVES (Multi-User Virtual Environments) como herramienta y espacio de aprendizaje se constituye en un instrumento prometedor para el desarrollo de estrategias educativas, especialmente en la enseñanza online (Baños, Rodríguez & Rajas, 2014), que permita mediante herramientas informáticas la creación de entornos simulados, caracterizados por su componente visual, pero que además pueden estar apoyados en experiencias auditivas, táctiles, de movimiento e incluso olfativas (Osorio, Ángel & Franco A, 2012), beneficiando y motivando a los niños en el desarrollo de las funciones sensorio motoras, cognitivas y de lenguaje para su interacción con el entorno (Santamaría y Francisco, 2014), en donde los estudiantes tienen un papel activo en su aprendizaje, pues no sólo absorben información, sino que también relacionan los conocimientos asimilados previamente para construir unos nuevos (Bustos et al, 2010; Huang et al., 2010), además se pueden utilizar para facilitar las tareas de aprendizaje que conducen a la mejora de la transferencia de conocimientos y habilidades a situaciones reales (Huang et al., 2010). La incorporación de las TIC a la educación, cada vez más acelerada, está produciendo una serie de cambios y transformaciones en las formas en que nos representamos y llevamos a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bustos y Colbs, 2010; Rodríguez & Baños, 2011).

A nivel internacional, esta formación de actitudes y valores a través de los videos juegos ha fortalecido el desarrollo de una gran variedad de mundos virtuales de apoyo a la docencia, elaborados por diferentes grupos de programadores de alto nivel, invirtiendo miles de

dólares en su avance. Entre los más significativos se encuentra los que enseñan a sus alumnos educación cívica y respeto al medioambiente y la ecología (Leuther, 1999; Kusunoki, 2000) o al estudio de las matemáticas, como el elaborado por un grupo de investigadores en España, en donde a través del video juego conocido como PC FULBOT, el niño aprende a desarrollar la organización del espacio, el tratamiento de la información (búsqueda, obtención, selección y asimilación de datos) y el manejo de estadísticas; o los elaborados en Estados Unidos en donde a través de un video juego conocido como “The machine incredible” y “Leommings” los usuarios solucionan problemas matemáticos por medio de la retentiva, la capacidad analítica y la utilización de la memoria visual (Ryan et al, 1992). Ha sido tal la importancia y la aplicabilidad de los mismos, que la Organización de las Naciones Unidas (ONU) quiere fortalecer el desarrollo de conocimiento y la formación de valores a través del juego, utilizando mundos virtuales, como el juego llamado FOOD FORCE, que busca sensibilizar sobre el hambre en el mundo, socializando de forma equitativa los alimentos entre las víctimas del conflicto o a través de video juegos que buscan educar sobre el impacto de los desastres naturales (www.stopdisastersgame.org/, 2007).

Conscientes de esta situación, la Universidad de Pamplona, se propone contribuir a la solución de esta problemática, a través del diseño de video juegos (mundos virtuales) enfocados al estudio de algunas enfermedades transmitidas por vectores de importancia clínica en nuestra región, que sirva de apoyo a las entidades de salud en la enseñanza, promoción y prevención de estas enfermedades. Por tal motivo, por medio de la construcción de un software tipo “juegos de video” se pretende dar la información necesaria para el control y la identificación de este tipo de enfermedades (ejemplo: dengue, Zika y Chicongunya) en un entorno vulnerable.

2. Metodología

Para el logro de los objetivos propuestos, la metodología de trabajo se dividió en cinco fases (concepción, diseño, planificación, producción y pruebas) que permitieron el desarrollo del video juego conocido como el Juego de Dengue (JUDEN) (Fullerton et al, 2008; Mora, et al. 2014; www.escueladevideojuegos.net, Abril de 2015). Se llevo a cabo el diseño y aplicación de pruebas del sistema por parte del equipo de desarrollo. En la etapa final se

realizó la validación del sistema con los usuarios finales del producto, establecida para niños en edades comprendidas entre los 8 a los 16 años. La metodología propuesta permitió recopilar, analizar y sistematizar información sobre el valor agregado que genera la utilización de nuevas tecnologías en la enseñanza, prevención y promoción de enfermedades tropicales transmitidas por vectores.

A continuación se describe la metodología empleada para alcanzar cada uno de los objetivos.

2.1. Fase de Concepción

Se construye una idea a partir de la cual se desarrolló los aspectos fundamentales que conformaron los personajes y la historia del video juego. Se determinó el género del videojuego, el proceso de juego (Game play) y el guión gráfico (Story board) en el que se tratan todo tipo de ideas preconcebidas que pueden ir adaptándose a la historia final y objetivo del video juego (estilo de los personajes, el ambiente, la música, la historia, etc.).

2.2. Fase de Diseño

En esta fase se definió cuales eran los elementos que componían el video juego y se establecen las herramientas para desarrollo del video juego. Se desarrolló la historia, los bocetos de los guiones para determinar los objetivos, se deciden los personajes principales y secundarios y los diferentes ambientes dentro del contexto concebido en la idea general, etc. Utilizando los esbozos de los guiones desarrollados en la fase anterior, los diseñadores gráficos crearon los conceptos del aspecto del juego, la forma en que se visualizarán los personajes principales y secundarios, los escenarios, ambientes, objetos, etc. Se presentaron propuestas visuales para ir dando forma a la idea original. De igual forma, en esta fase, se describieron los elementos sonoros de los que consta el juego (efectos de sonidos, ambientación, música, voces, etc.). Finalmente, se hizo el diseño de la programación, que describe la manera en la que se implementó el videojuego, el lenguaje o lenguajes de programación necesarios (escenarios 3d, mundos virtuales), las metodologías que se lleva-

ron a cabo y que permitieron generar el documento de Diseño donde se especificó el desarrollo del arte, las mecánicas y la programación del videojuego.

2.3. Fase de Planificación

En esta fase se estableció el cronograma de actividades y se describen las diferentes tareas para desarrollar el videojuego. Se reparte el trabajo entre los distintos componentes del equipo de desarrollo (diseñadores, programadores, guionista, etc.), se fijaron los plazos de entregas, y las reuniones de seguimiento, etc.

2.4. Fase de Producción

Una vez se tiene claro lo que hay que hacer y cómo hacerlo, se planificó el tiempo para llevarlo a cabo, se empieza la producción con el objeto de crear el juego, desarrollándose una versión inicial o prototipo que se mejora gradualmente. Se realizaron todas las tareas de la fase de planificación teniendo como guía el documento de diseño (programación, ilustración, desarrollo de interfaces, animación, modelado, desarrollo del sonidos, etc.). Finalmente se ensamblan los diferentes componentes desarrollados y se entra en una fase para probar a fondo el videojuego.

2.4.1 Identificación de Requerimientos Funcionales y no Funcionales

Fase del proceso de desarrollo del software que tuvo como fin identificar las características de tipo funcional y no funcional que deben cumplir los sistemas de software de tipo video juego y se identificaron los seudorequerimientos que fueron aprobados para identificar elementos relacionados con la tecnología de implementación, es decir, lenguajes de programación, sistema operativo, motor de bases de datos, entre otros.

2.4.2 Diseño de alto nivel del sistema de video juegos

Fase del proceso de desarrollo donde se tomaron los requerimientos identificados por el grupo de trabajo del proyecto y se convierten en un conjunto de subsistemas que puedan

ser desarrollados por equipos individuales. Adicionalmente, se da claridad sobre políticas generales de desarrollo.

2.4.3 Implementación e integración de subsistemas

Fase del proceso de desarrollo que buscó tomar los subsistemas identificados en la fase anterior y asignarlos a cada uno de los equipos de desarrollo del proyecto, adicionalmente se lleva a cabo una reunión con todo el equipo de desarrollo para socializar los requerimientos funcionales y no funcionales del proyecto y las políticas de desarrollo. Como actividad final de esta fase se realiza la integración de los subsistemas para verificar el cumplimiento general de los requerimientos del proyecto de desarrollo

2.5. Fase de Pruebas

En esta etapa se corrigieron los errores del proceso de programación y se mejoró la jugabilidad a medida que se prueba el juego. Se ejecutaron las pruebas Alpha y Beta.

2.5.1. Diseño y Aplicación de Pruebas Alpha y Beta

Fase del proceso de busco que buscó probar el sistema a través de dos tipos de pruebas: alpha y beta. Las primeras buscaron encontrar defectos en el ambiente del desarrollador y las segundas son aplicadas a un grupo piloto de usuarios finales.

2.5.2. Evaluación del Sistema de Video Juegos

En esta fase se buscó utilizar el video juego desarrollado (JUDEN) por parte de los usuarios finales (estudiantes y profesores de instituciones educativas). La intención de esta fase fue verificar el cumplimiento de requerimientos funcionales y no funcionales en el ambiente destino. Para el desarrollo de la misma, se tomaron diferentes centros educativos pilotos establecidos en el municipio de Cúcuta, Norte de Santander.

Esta fase se desarrollaron las siguientes actividades: A) Diseño de instrumentos de recolección de información; B) Aplicación de instrumentos a estudiantes y profesores; C) Sistematización y análisis de las estadísticas de la información recolectada y D) Generación del informe final.

3.Resultados

3.1. Concepción

Se desarrolló la idea a partir de los aspectos fundamentales que forman parte de la historia inicial y se conformaron los personajes y la historia del video juego. Se determinó el género del videojuego, cómo será el proceso de juego y se constituye un guión gráfico. Se estableció con el equipo de trabajo, la historia central del video juego, cuales fueron los personajes que formaron parte de la historia y los tipos de ambiente en el que se desarrolló la historia, el fin del video juego y la población a quien va dirigida, a su vez, se establecieron cuales son los componentes principales del juego y la conformación del mismo: introducción, historia, desarrollo o contexto general, desenlace, personajes y el contexto geográfico.

3.2. Diseño

En esta fase se definió cuales eran los elementos que componían el video juego y se describieron los elementos sonoros de los que consta el juego y la manera en la que se implementaron. Para el diseño de los criterios de evaluación de las herramientas del modelado y diseño 3D, se tomaron en cuenta las consideraciones de uso y la portabilidad y en la creación de objetos. Se establecieron las herramientas para desarrollo del video juego y los ambientes, estableciendo como motor gráfico una potente herramienta para la creación de juegos en 3D, “UNITY3D” y la multiplataforma de “BLENDER”, para el desarrollo del modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de los graficos tridimensionales. Como herramienta de Diseño en 2D, se seleccionó por las características propias de este video juego, la herramienta conocida como “GIMP”. Para imágenes y animaciones

se utilizó el formato PNG. En cuanto a sonido, el formato utilizado para los archivos de sonido ha sido mp3 (MPEG, audio layer III O MPEG-2 Audio Layer III9).

De igual forma, otro aspecto importante desarrollado en esta fase, fue la creación de los personajes que formaron parte de la historia del video juego. Dentro de los personajes principales se determinó como protagonista y héroe principal de la historia a un León animado en 3D conocido como “LEONET”. Dentro de los antagonistas aparece el mosquito transmisor de la enfermedad del dengue conocido como MOSQUITO (*Aedes aegypti*) y dentro de los personajes secundarios se establece al Dispositivo Holográfico IA5 y a la directora de la Agencia Internacional de Salud Pública – AISP, la doctora Sara Walter (véase Figura 1). De igual forma, se describió el contexto geográfico donde se desarrolla la historia, estableciendo la oficina principal de la AISP en la ciudad de Ginebra Suiza, y la ciudad donde se desarrollará el video juego y donde se presenta el brote epidémico de la enfermedad del dengue, el municipio de Cúcuta, Colombia.

Posteriormente se inicio con el desarrollo de los bocetos de los guiones para determinar los objetivos, personajes principales y secundarios y los diferentes ambientes dentro del contexto establecido en la idea general (véase Figura 2). Utilizando los esbozos de los guiones establecidos en la fase anterior, los diseñadores gráficos crearon los conceptos del aspecto del juego, la forma en que se visualizarán los personajes principales y secundarios, los escenarios, ambientes, objetos, etc. Se presentaron propuestas visuales para ir dando forma a la idea original (véase Figura 2).

Se desarrolló la historia del video juego, que inicia con una llamada telefónica que realiza la oficina principal AISP a uno de sus principales agentes (LEONET), para que se desplace a su oficina, ya que tiene que desarrollar una misión de alto impacto debido a un brote epidémico que se está presentando en un país de Latinoamérica. Se le informa que debe desplazarse a una región de Colombia, (Cúcuta - Norte de Santander) donde se está presentando este brote epidémico sobre dengue y debe ayudar a las autoridades locales a controlar esta enfermedad a través del control y eliminación del mosquito *Aedes aegypti* (conocido en la región como Patas Blancas) y que es el portador de un peligroso y mortal virus que produce la enfermedad del dengue (véase Figura 3). Como apoyo a la misión, la Dra. Walter le entrega a LEONET, el dispositivo de inteligencia artificial IA5, dispositivo holográfico computarizado, que le informa sobre la enfermedad y los mecanismos de control

(promoción y prevención) y despliega una serie de herramientas de control que utiliza LEONET, para eliminar los mosquitos y los diferentes componentes de su ciclo de vida, así como los factores de riesgo que favorecen la presencia de esta enfermedad (véase Figura 1D).



Figura 1. Personajes principales y secundarios de la historia del video Juego: A) LEONET, protagonista; B) Sara Walter, directora de la AISP; C) Ciclo de vida del Mosquito; D) Dispositivo IA5.

Seguidamente, se desarrollaron los bocetos iniciales que van acompañar la historia y que sirven de apoyo a los diseñadores y programadores para desarrollar la historia del video juego. Se establecen componentes de la historia inicial, personajes (Leonet, Sara Walter, Mosquito, ambientes (casa, ciudad, vehiculos de transporte, factores de riesgo), vehiculos de apoyo (helicoptero, automovil) etc, que ayudan a configurar el desarrollo del video juego y donde se establece la importancia que el agente LEONET, apoye a la AISP en el control de la epidemia conocida como dengue, asi como el guión de introducción del video juego (vease Figura 2).

Dentro de los ambientes, se describieron los espacios donde se va a desarrollar el video juego. Se establecieron los diferentes tipos de ambientes donde se va a presentar la historia de esta realidad virtual (ambientes acuaticos, aéreos, calles de la ciudad, depósitos de agua, basura, hogar, materos, llantas, etc.). Se determinaron escenarios dentro la vivienda y en la parte trasera de la casa, asi como escenarios relacionados con la ciudad donde se

encuentra el Mosquito y ambientes donde se describe el inicio y final del video juego como lo es la AISP (véase Figura 2).

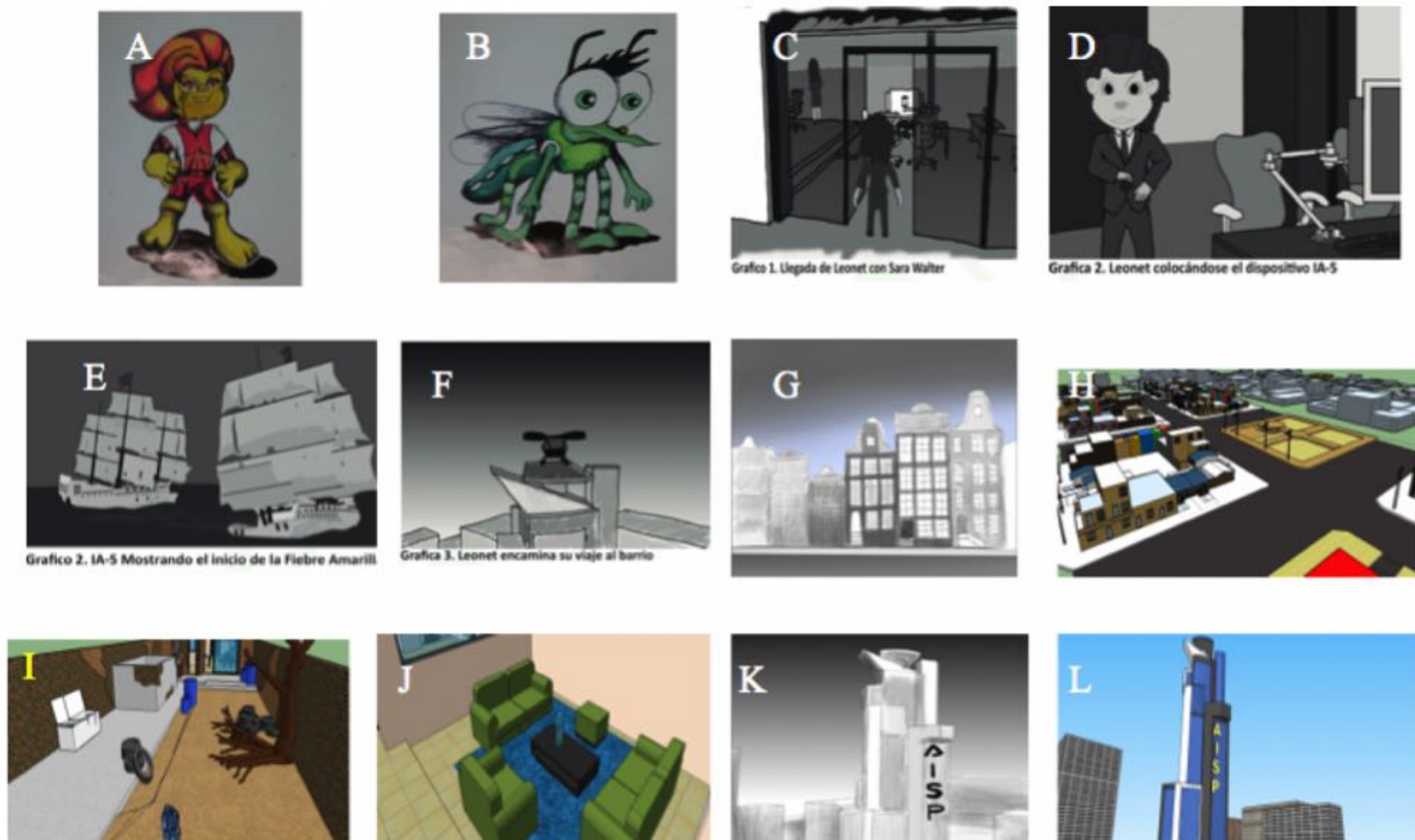


Figura 2. Bocetos originales de los personajes principales de la historia: A y B) Idea original de LEONET y del Mosquito *Aedes aegypti*; C y D) Agente LEONET ingresando a la oficina principal de la AISP; E) Boceto original donde se describe parte de la historia de introducción del video juego, barcos de la época del siglo XV y XVI transportando esclavos y al Mosquito; F) Vehículo de transporte del Agente LEONET, cuando despegue de la AISP; G y H) Boceto original de la ciudad donde se describe la historia; I y J) Sala y parte trasera de una casa donde se desarrollará parte del juego; K y L) Vista general de la AISP.

De igual forma, se diseñaron todos los componentes del juego, los elementos de apoyo del agente Leonet, que le ayudan a eliminar al mosquito transmisor de la enfermedad y a la destrucción de los factores de riesgo (placa de identificación, dispositivo IA5, equipo de respiración, traje de buceo para los ambientes acuáticos) así como los diferentes trajes que utilizará el agente Leonet y otros personajes en sus diferentes misiones. Se establecieron los primeros componentes de programación de acuerdo a lo establecido en las fa-

ses iniciales programadas en la metodología de trabajo para el desarrollo de estos mundos virtuales (véase Figura 3).

2.3. Planificación

Se estableció el cronograma de actividades para un año de trabajo, organizando las responsabilidades que debían desarrollar cada uno de los miembros de los grupos de trabajo (diseñadores, programadores, guionista, etc), las fechas de entrega de avances, y la fecha para el desarrollo de pruebas de programación y diseño, así como las fechas de evaluación del video juego. Se fijaron los plazos de entrega del producto final y las reuniones de seguimiento.

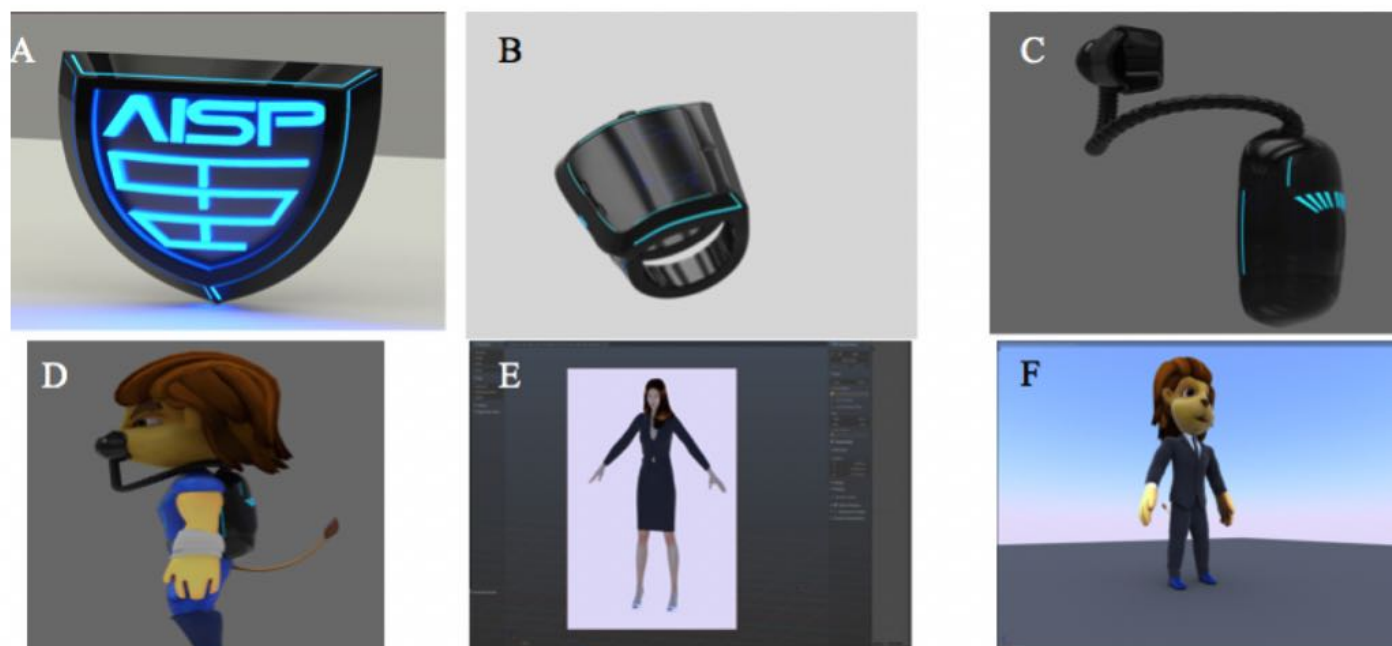


Figura 3. Elementos de apoyo para el desarrollo del video Juego: A) Placa de identificación del agente Leonet; B) Dispositivo IA5; C) Equipo especial para buceo; D) Traje especial de Buceo del agente Leonet; E) Traje ejecutivo de la Doctora Sara Walter y F) Traje ejecutivo del agente especial LEONET

2.4. Producción

Se establecieron tres equipos de trabajo, equipo de ingenieros programadores, equipo de diseñadores y equipo de apoyo del guion de la historia de cada uno de los momentos del video juego, (música, fondos temáticos, voces de los personajes etc.), dándose inicio a cada una de las actividades específicas de cada grupo (véase Figura 4). Se desarrolló una

versión inicial o prototipo y a partir de éste se establece cada uno de los componentes de la historia que se mejoró gradualmente.

Se realizaron todas las tareas de la fase de planificación teniendo como guía el documento de diseño (programación, ilustración, desarrollo de interfaces, animación, modelado, desarrollo del sonidos, etc.). Finalmente se ensamblaron los diferentes componentes desarrollados y se entra a probar el fondo del videojuego.

Igualmente, se identificaron las características de tipo funcional y no funcional y las políticas de desarrollo que debe cumplir el video juego, se estableció el tipo de lenguaje de programación y se desarrollaron los primeros prototipos (véase Figura 5).

2.5. Fase de Pruebas

Se realizaron pruebas durante el desarrollo del proyecto en las instalaciones y laboratorios de Telecomunicaciones de la Universidad de Pamplona con estudiantes de los grados Noveno del Colegio Normal Superior María Auxiliadora del municipio de Pamplona, para validar y verificar el correcto funcionamiento y acoplamiento de los componentes del sistema, el adecuado funcionamiento de las interfaces, así como el rendimiento del sistema y así también comprobar que los cambios en un componente no afecten al comportamiento no deseado de otros componentes no modificados (Pruebas de integración y Matriz de trazabilidad) (véase Figura 5).



Figura 4. Equipo de trabajo de la fase de producción del video juego: A y B) Equipo de programación; C y D) Equipo de diseño.

De igual forma, en la fase final de pruebas, se utilizó el video juego por parte de los usuarios finales (estudiantes y profesores de instituciones educativas públicas y privadas del municipio de Cúcuta). Se realizaron las capacitaciones correspondientes a los docentes de las instituciones seleccionadas donde se va a probar el video juego, informando a todos los participantes sobre las características del video juego, los procesos desarrollados en el mismo y como a través de la interacción con los estudiantes, estos van adquiriendo información sobre la enfermedad, factores de riesgo, aspectos clínicos, entre otros. La intención de esta fase fue verificar el cumplimiento de requerimientos funcionales y no funcionales en el ambiente destino (véase Figura 5).

Continuando con la fase de evaluación del sistema del video juego, se realizaron la socializaciones con los estudiantes de los diferentes colegios seleccionados dentro del proyecto, así mismo se desarrollaron las capacitaciones técnicas sobre el uso del video juego, comandos, panel de inicio y las especificaciones técnicas del juego. Se da acompañamiento a los docentes y estudiantes y al final de cada sesión se realiza la evaluación de los conceptos adquiridos por cada uno de ellos y se registra la información para su posterior evaluación y análisis (véase Figura 6).

4. Discusión

El desarrollo de video juegos para el mejoramiento de los procesos de enseñanza aprendizaje, se constituyen como una herramienta muy utilizada en la actualidad, dada las características que presentan, donde niños y jóvenes interactúan cada vez más con estas nuevas tecnologías. Trabajos realizados por Rodríguez y Colbs. en el 2013, describen el impacto que genera la utilización de esta tecnología en estos procesos, en la medida que mejoran la eficacia de los aprendizajes construidos por el alumnado en diferentes esquemas educativos (Rodríguez-Hoyos, João; 2013). El uso de los videojuegos en programas educativos presentan resultados positivos en la mejora de la eficacia de los aprendizajes del alumnado. La utilización de juegos de aventuras como es el caso del video juego JUDEN, desarrollado para la promoción y prevención de la enfermedad del dengue, se mezclan adecuadamente los contenidos conceptuales, con la propia fantasía del juego, presentando efectos positivos en los resultados de la evaluación del alumnado

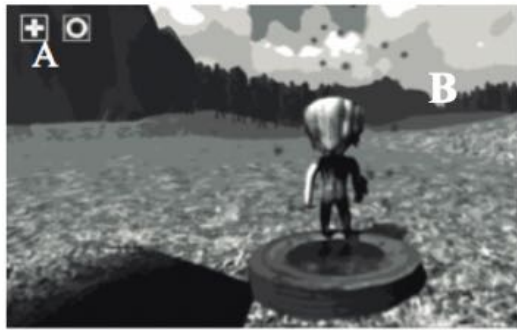


Grafico 5. Leonet enfrentando Aedes en la casa

Grafico 4. Leonet limpiando foco de infección tanque



Grafico 1. LEONET en vista de Primera Persona

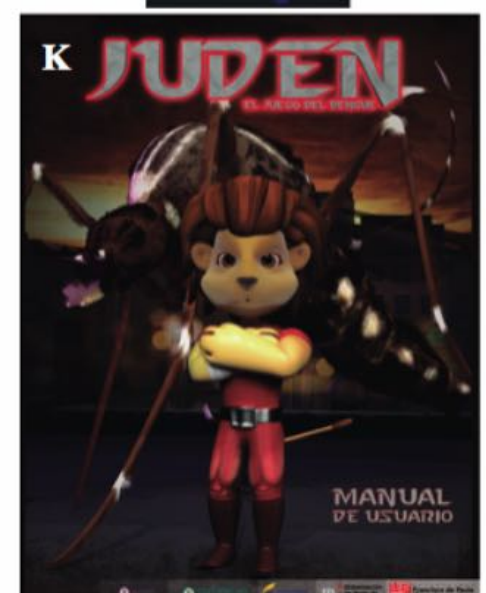
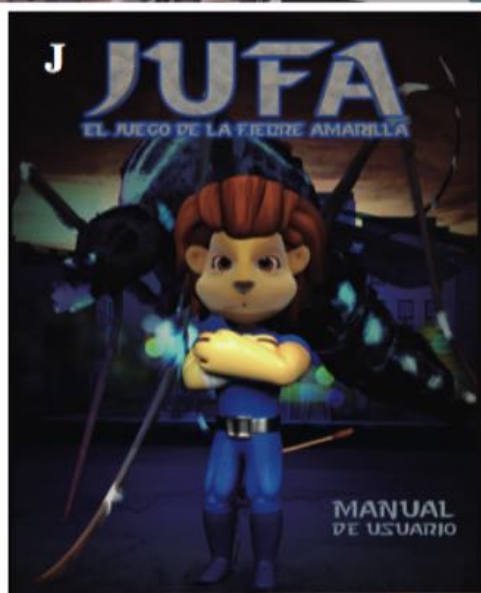
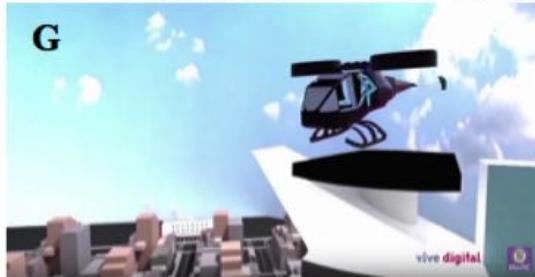
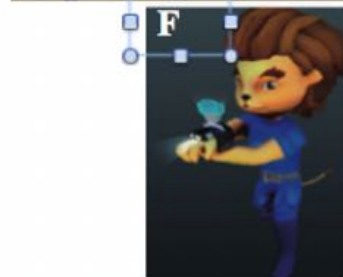


Figura 5. A B y C) Primer prototipo de programación de LEONET eliminando factores de riesgo; D y F) Fase de prueba del video juego, ambiente rural y urbano; H) Ambiente relacionado con la historia inicial del video juego (llegada de los mosquitos a las américas a través de los barcos que transportaban esclavos); G y H) Vehiculo de transporte, saliendo de la AISP y aterrizando en la zona del brote epidemico; I) Dispositivo IA5, dándole información a LEONET, sobre su misión; J y K) Portada promocional de los video juegos.

El análisis de los resultados obtenidos a partir de la observación de las entrevistas realizadas al personal discente y docente de las instituciones que participaron en la evaluación del video juego, permitieron determinar la gran aceptación que presentó este video juego por parte de los estudiantes. Estos resultados se relacionan con algunos trabajos realizados por Martínez en el 2017, donde se visualiza el gran potencial en el uso de entornos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje (Martínez; 2017). Las tecnologías digitales aparecen como las formas dominantes para comunicarse, compartir información y conocimiento, investigar, producir, organizarse y administrar (Bustos & Coll; 2010). La incorporación de las TIC a los procesos educativos, está produciendo una serie de cambios y transformaciones en las formas en que nos representamos y llevamos a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje (Bustos & Coll; 2010). Se puede decir que el área de realidad virtual es una excelente opción para la enseñanza, por sus características y facilidades que proporciona, captando el interés y entusiasmo de los jóvenes a través de la inmersión y dinamismo, que bien pueden ser aprovechados en diferentes materias que conforman un plan de estudios de cualquier nivel educativo (Mora, et al. 2014).

El uso de video juegos como herramientas educativas es una tendencia que cada vez va en aumento (mayor número de jugadores y de tipos de video juegos) y el no aprovechar estas herramientas virtuales como mecanismos de enseñanza, es una posibilidad que no puede desperdiciarse en los procesos educativos en la actualidad. La evolución de los métodos de enseñanza, obligan a las instituciones educativas a desarrollar programas educativos que incluyan esta innovaciones tecnológicas en sus currículos, para que estas nuevas teorías pedagógicas fomenten el aprendizaje experimental, en red, cognitivo y la enseñanza entre pares (Santamaría, Mendoza; 2014). El uso de video juegos dentro de los programas de promoción y prevención de este tipo de enfermedades y el uso de las tecnologías de realidad virtual, realidad aumentada y desarrollo de mundos virtuales benefician y motivan a los niños en el desarrollo de las funciones sensorio motoras, cognitivas y de lenguaje para su interacción con el entorno (Santamaría, Mendoza; 2014).

Al realizar una revisión a nivel internacional y nacional de los diferentes tipos de video juegos que se están desarrollando como apoyo a los procesos de enseñanza aprendizaje, se puede observar que muchos de estos video juegos están enfocados en asignaturas básica como matemáticas, lengua castellana o inglesa, biología, ciencias sociales, religión etc., pero son muy pocos los video juegos desarrollados en una temática específica. El

análisis de publicaciones relacionadas con este tema, permiten destacar a nivel internacional, el desarrollo de algunos video juegos con ciertas características especiales. El videojuego **TERRORIST TAKEDOWN: WAR IN COLOMBIA** (videojuegos sobre el conflicto armado en Colombia); **FOOD FORCE**, como apoyo al Programa Mundial de Alimentos (PMA); **CONTRA VIENTO Y MAREA** un videojuego de rol que busca apoyar el artículo 14 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos; **STOP DISASTER**, cuyo objetivo principal es la Reducción de los Desastres (Sandoval, Triana; 2017 y Martínez; 2017) y **AGE OF EMPIRES**, desarrollado para enseñar y aprender historia, economía, geografía y otros aspectos relacionados con el Imperio Romano, Griego, Inca y otros (Felix; 2008).



Figura 6. A y B) Socialización y capacitación a docentes de instituciones públicas y privadas sobre el uso y evaluación del video juego; C, D, E y F) Fase de prueba y evaluación del video Juego con estudiantes de Instituciones educativas públicas y privadas; G) Afiche promocional del video juego.

A nivel nacional se destaca VITIMALZ, que busca dar a conocer la riqueza cultural de las comunidades indígenas en Colombia; ALIATERRA, videojuego de prácticas ambientales para aprender a cuidar y a manejar la cuenca del río Chinchiná (Caldas, Colombia); RECONSTRUCCIÓN, videojuego que propone al jugador un acercamiento a las víctimas y a los combatientes del conflicto armado colombiano (Sandoval, Triana; 2017 y Martínez; 2017); POWER TANK, lleva a los jugadores a las selvas de Colombia y a otros lugares peligrosos del planeta; SOLDIER OF FORTUNE II, involucraba a las FARC y a los narcotraficantes colombianos; y AUC, video juego creado por las Autodefensas Unidas de Colombia dirigido al reclutamiento ideológico y la propaganda de guerra (Sandoval, Triana; 2017). Como puede verse, todos los video juegos están enfocados en una gran variedad de temas, pero ninguno en la promoción y prevención de la enfermedad como en el caso de JUDEN.

Es por esto, que el usos y aprovechamiento de estas nuevas tecnologías de la información se constituyen como uno de los principales programas cuyo uso deben ser estimulados por las diferentes instituciones a nivel municipal o nacional, que permitan el desarrollo de este tipo de herramientas y de estrategias metodológicas cualitativamente diferentes de las que tradicionalmente se han desarrollado en las aulas en las que ha imperado el trabajo individual (Rodriguez y Colb; 2013). Como puede observarse, existe un interés creciente por parte de instituciones nacionales o internacionales, en el desarrollo de video juegos que permitan apoyar los procesos de formación en ciertos campos de la educación. Al desarrollar una búsqueda sobre el uso de mundos virtuales enfocados a la promoción y prevención de enfermedades, no se conoce el desarrollo de este tipo de herramientas centradas en el estudio de enfermedades, por lo que el Video Juego sobre Dengue (JUDEN), se constituye como una herramienta innovadora en este tipo de estudios.

El uso de la metodología desarrollada permitió el diseño de un video juego con las especificaciones de cualquier video actual, con comandos y créditos de acuerdo a las características actuales de este tipo de software (bonos, vidas, niveles ect). Este software puede ser distribuido a la población escolar en formato electrónico (CD). Se desarrollo un video juego enfocado en la enseñanza, promoción y prevención de enfermedades transmitidas por la picadura del mosquito *Aedes sp.* Se espera que, la interacción del niño con esta realidad virtual, se cambien los esquemas tradicionales de enseñanza aprendizaje, donde el niño a traves del juego vaya adquiriendo constantemente

información sobre la enfermedad. El desarrollo de JUDEN, caracterizado con la construcción de ambientes simulados para el desarrollo de habilidades y competencias, se adecua a lo propuesto por Osorio y Colbs. en el 2012, donde resaltan las características que deben presentar estos video juego y la cualidades que estos presentan en los procesos de enseñanza aprendizaje, en donde el jugador aprender a hacer y aprender a conocer a través de juegos y simulaciones, favoreciendo la optimización del tiempo y ayudando a mejorar la calidad de vida de las personas (Osorio, Ángel & Franco; 2012), lo que permite suponer que el desarrollo de este tipo de video juegos serán cada vez más populares y seguirán creciendo como ciberespacios altamente interactivos, colaborativos y comerciales (Revuelta, 2011; Osorio, Ángel & Franco; 2012).

Aunque este video juego no ha sido evaluado en su totalidad, ya que solo se hizo en una primera fase un análisis cualitativo a las entrevistas realizadas a estudiantes y docentes que participaron en la fase de evaluación, los resultados permiten determinar el grado de aceptación que JUDEN presenta en niños en edades comprendidas entre los 7 y 14 años, así como la efectividad de estas nuevas herramientas virtuales en la ejecución de programas para la enseñanza promoción y prevención de enfermedades infecciosas transmitidas por vectores. La capacidad que presenta el video juego de motivar al estudiante a conocer los diferentes componentes que lo conforman y a seguir indagando sobre las conversaciones entre LEONET o IA5, lo constituyen como una herramienta eficaz y una nueva alternativa para ser utilizada por las instituciones en el fortalecimiento de los programas de enseñanza, promoción y prevención de estas enfermedades. JUDEN suministra información al jugador sobre la importancia de evitar el contacto con el vector, así como el uso de herramientas de control y eliminación de los mosquitos y sus factores de riesgo.

Aunque en un principio el video juego se desarrollo para dengue, el mismo puede ser utilizado para la enseñanza promoción y prevención de varias enfermedades arbovirales (Zika, Chicungunya, Fiebre Amarilla, Virus del Nilo Occidental, Fiebre de Oropouche y Virus Mayaro) ya que la mayoría de ellas presentan como vector el mosquito *Aedes sp.*, lo que hace que las características incluidas en el video juego, pueden servir de apoyo para el fortalecimiento de los programas de promoción y prevención de esas enfermedades.

Al igual que en los formatos presentados en los video juegos conocidos como Second Life, el desarrollo de JUDEN presenta una gran variedad de ambientes (calle, solar casa, llanta, florero, tanque con agua, etc) y escenarios virtuales donde se desarrolla la trama del video juego (Jauregi et al, 2010; Álvarez, 2013). Debido a esta variedad de escenarios que se presentan y a su carácter lúdico, en el que se pueden simular todo tipo de situaciones, JUDEN se convierte en un entorno que puede ser cada vez más utilizado por instituciones de educación para favorecer los programas de promoción y prevención en la población infantil.

En la fase de diseño para el video juego JUDEN, se estableció como herramienta de desarrollo el motor gráfico UNITY3D y la multiplataforma de BLENDER. El uso estas, son muy conocidas a nivel internacional y son utilizadas como motores gráficos en una gran variedad de videojuegos presentes en el mercado que cuentan como herramientas para la ambientación y manejo de efectos visuales de los escenarios estas plataformas (Mora, et al. 2014).

JUDEN ha incrementado el interés en los niños por adquirir información relacionada con la enfermedad del dengue y han abierto nuevas vías de comunicación de acuerdo con la información proporcionada por los usuarios sobre los aspectos motivacionales de la experiencia y la dinámica activa. Los alumnos que han participado en el proyecto estiman que es interesante, útil y atractivo el uso de los mundos virtuales para determinadas actividades. Al igual que los trabajos realizados por Baños y Colbs en el 2014, siempre es necesario el acompañamiento de docentes tutores, que refuercen la información adquirida durante el desarrollo del video juego (Baños, Rodríguez & Rajas, 2014) y que mejoren en el estudiante las habilidades para la resolución de problemas, la toma de decisiones, la búsqueda de información y organización (Morales, 2009).

5. Conclusiones

Se desarrolla un Video juego (Mundos Virtuales) para la enseñanza, promoción y prevención de Enfermedades arbovirales, transmitidas por la picadura del mosquito *Aedes aegypti* (Dengue,).

El Video juego sobre dengue (JUDEN), esta constituido de tres componentes principales: la introducción a la historia del Video Juego, el desarrollo o contexto general del Video Juego y el Desenlace.

Se establecen como motor gráfico la herramienta UNITY3D y la multiplataforma de BLENDER. Como herramienta de Diseño en 2D, se selecciona la herramienta conocida como GIMP.

Dentro de los personajes principales se encuentra como protagonista LEONET, el MOSQUITO como antagonista y el dispositivo IA5 y Sara Walter dentro de los personajes secundarios.

La principal característica del video juego es la capacidad que tiene de interactuar con el jugador, a medida que el jugador va avanzando el dispositivo IA5 le va suministrando información sobre la enfermedad infecciosa (historia, transmisión, prevención, factores de riesgo, epidemiología), de tal forma que el jugador a medida que va jugando, va interactuando con LEONET y con IA5 donde va adquiriendo información sobre promoción y prevención de esta enfermedad.

El video juego esta configurado para su uso en computadores. Se espera en una próxima fase de desarrollo que éste pueda ser utilizado como una aplicación gratis (es decir, app) en teléfonos celulares y tabletas y se pueda jugar On Line entre varios jugadores.

De igual forma, uno de los principales componentes que debe llevar el video juego para su desarrollo en las nuevas fases, es la incorporación de inteligencia artificial, que permita, que el mismo video juego evalúe la adquisición de conocimiento por parte del jugador y le permita poder ir ascendiendo en los diferentes niveles del juego si el jugador supera las pruebas de evaluación que el mismo programa establezca.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia y Tecnologia MINTIC'S del gobierno de Colombia, a la Universidad de Pamplona, Colombia y al proyecto "Prueba de aliento no invasiva para el diagnóstico temprano de las enfermedades tropicales (Dengue, Leishmaniasis y Hidatidosis), el cual fue financiado parcialmente por la Comisión Europea H2020-ACEM-RISE-2014 (proyecto No. 645758- TROPSENSE)" y quienes apoyaron el desarrollo de esta propuesta.

Referencias

- Álvarez, O.P. (2013) Mundos virtuales inmersivos para educación, trabajo colaborativo y simulación. REV. World Engineering Education Forum. pp. 2-13
- Baños, M., Rodríguez, C. Rajas. M. (2014) Mundos virtuales 3D para la comunicación Historia y Comunicación Social. Rev HICS. Vol. 19. P.p. 417-430
- Baños, M., Rodríguez, T., Rajas, Mario. (2014). Mundos virtuales 3D para la comunicación e interacción en el momento educativo online..v19.4496
- Becker. (2005) según <http://www.icono14.net/revista/num7/articulo>, diciembre, 2006
- Bos, R. (1988). The importance of peridomestic environmental management for the control of the vectors of Chagas' disease. Rev Arg Microbiol; 20 (Supl): 58–62.
- Bundy, D., Guyatt H. (1996). Schools of health: focus on health, education and the school-age child. Parasitol Today; 12:1–16.
- Bustos, A, Coll C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. Una perspectiva psicoeducativa para su caracterización y análisis. RMIE, V. 15, N°. 44, PP. 163-184
- Calzadilla, M. E. (2002). Aprendizaje Colaborativo y Tecnologías de la Información y la Comunicación, http://rieoei.org/tec_edu7.htm, ISSN 1681-5653, Revista Iberoamericana de Educación, 1(10), 1-10
- Dias, J. (1985). Aspectos socio – culturales y económicos relativos al vector de la enfermedad de Chagas En. Carcavallo R Factores biológicos y Ecológicos de la enfermedad de Chagas. Buenos Aires, OPS/Servicio Nacional de Chagas,: 289 – 304.
- Esteso, S. (1984). Educación popular—punto débil en la lucha contra la enfermedad de Chagas. Rev Fac Cienc Med. XLII:14–17.
- Felix E. (2008). Videojuegos, Consumo y Educacion. Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 9. No3.
- Fullerton, T., Swain, C., Hoff man, S. (2008). Gamedesign Workshop A Playcentric Approach to Creating Innovative. Morgan Kaufmann Publishers. Elsevier, Burlington, USA
- Gagné, B., Wager (1992). <http://www.lsd.org.uk/files/PDF/1529.pdf>, noviembre 2006.
- García-Zapata M., Marsden P., (1994)- Enfermedad de Chagas: control y vigilancia con insecticidas y participación comunitaria en Mam-baí, Goiás, Brasil. Bol Oficina Sanit Panam;116:97–110.

- Girvan, C., Savage, T. (2010). Identifying a appropriate pedagogy for virtual worlds: A communal constructivism case study. *Computers & Education*, 55, 342-349.
- Huang, H. M., Rauch, U., y Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach, doi: 10.1016/j.compedu.2010.05.014 · Source:DBLP, *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182
- Instituto Nacional de Salud. Sistema de vigilancia en salud pública SIVIGILA, 2006.
- Instituto Nacional de Salud. Sistema de vigilancia en salud pública SIVIGILA, 2007.
- Instituto Nacional de Salud. Sistema de vigilancia en salud pública SIVIGILA, 2011.
- Instituto Nacional de Salud. Sistema de vigilancia en salud pública SIVIGILA, 2017.
- Imperatore, C. (2009). Moving into the future with MUVE's. *Techniques*, mayo, 28-30.
- Jauregi, K., Canto, S., Gómez, J.R. (2010) Interacción virtual a través de la video comunicación y mundos virtuales: dos estudios piloto. *Revista de Didáctica: N° 11*, 32-40
- Lizarralde, F., Huapaya, C. (2012) Análisis de una Plataforma Virtual 3-D Descentralizada para el Desarrollo de Simulaciones Educativas, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062012000600002>, *Formación Universitaria*, 5(6), 3-12
- López, F, Calvo. I, Zulueta. E, González, F. (2015). Desarrollo de mundos virtuales e integración con procesos de automatización industrial. *Actas de las XXXVI Jornadas de Automática*, 2 - 4 de septiembre de 2015. Bilbao, España. pp. 682-687
- Martínez G. (2017). Diseño de una Guía Didáctica basada en la Integración de Mundos Virtuales al Entorno Educativo de la Universidad de Cundinamarca. *Formación Universitaria*. Vol. 10(1), P.P 3-14.
- Mora, M., López, I., Meza, C., Portilla, A., Sánchez, N., Sánchez, C. (2014). Metodología para el Desarrollo de Mundos Virtuales, con un Caso de Estudio: Independencia de México. *Revista electrónica de Ingeniería y Tecnologías* vol. 8, No. 2
- Morales. E. (2009). El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación. *Revista académica de la Federación Latinoamericana de Facultades de Comunicación Social N°78*, p.p 1-12.
- Osorio P.A Ángel M.B., Franco A. (2012). El uso de simuladores educativos para el desarrollo de competencias en la formación universitaria de pregrado. *REVISTA Q. Tecnología Comunicación Educación*. Vol. 7 No. 13

Revuelta, F. (2011). Competencia digital: Desarrollo de aprendizajes con mundos virtuales en la escuela 2.0. Edutec-e. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Núm. 37. Pp. 38-44

Rodríguez-Hoyos C., João M. (2013). Videojuegos y Educación: Una Visión Panorámica de las Investigaciones Desarrolladas A Nivel Internacional. Revista del Curriculum y Formación del Profesorado. Vol.17, No 2. Pp.13-22

Rodríguez, T., Baños, M. (2011), E-Learning en Mundos Virtuales 3D Una experiencia educativa en Second Life. Revista Icono 14, , Año 9 Vol. 2, pp. 39-58.

Sandoval C. Germán., Triana F.A. (2017). El videojuego como herramienta prosocial: implicaciones y aplicaciones para la reconstrucción en Colombia. Rev. análisis político n° 89. p.p. 38-58

Santamaría L., Mendoza, J. F. (2014). Construcción de mundos virtuales para el desarrollo de destrezas de lateralidad basado en WEB3D. Revista Educación en Ingeniería. Vol. 9, N°. 17. pp. 13-25

Santamaría, L., Mendoza, J. F. (2012). Escenarios virtuales para apoyar el desarrollo de destrezas en niños con dificultades de lateralidad. Educación y Desarrollo Social, pp. 1-18.

Schofield, C.J. (1985). Control of Chagas' disease vectors. Br Med Bull;41:187-194.

Segura, E., Esquivel, M., Salomón D., Sosa, E.S., Gómez, A., Ibarra, F. (1994). Alternativas de control de la transmisión de la enfermedad de Chagas. En: Storino R, Milei J, eds. Enfermedad de Chagas. Buenos Aires: Mosby;

Ryan. (1992); según www.aztlanvirtual.com/aztlan, abril 2007

www.escueladevideojuegos.net/fases-del-desarrollo-de-videojuegos. Abril de 2015

www.stopdisastersgame.org/ abril, 2007

www.who.int/es/ mayo, 2007

14

Diseño de herramientas lúdicas para la construcción de mentefactos proposicionales orientados a la comprensión lectora

Héctor R. Pautt Blanquicett, Eunice Rodríguez Navarro, Isabel Pacabaque Bautista, Ruby M. Gualdrón Aguirre, Zobeida Álvarez Berroterán, Neil Guerrero González, Oscar Checa Cerón.

Grupo de Investigación CE-LAB

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Palmira - Arauca

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Sobre los autores

Héctor Ricardo Pautt Blanquicett: Licenciado En Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Especialista En Docencia Universitaria, Maestrante de la Universidad Nacional de Colombia, Docente del grado Noveno en el Área de Ciencias Naturales, Institución Educativa General Santander de Arauca.

Correspondencia: hrpauttb@unal.edu.co

Eunice Rodríguez Navarro: Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Medio Ambiente, Maestrante de la Universidad Nacional de Colombia, Docente del grado Tercero de Básica Primaria, Institución Educativa Agropecuario Municipal de Arauca.

Correspondencia: erodriguezn@unal.edu.co

Isabel Pacabaque Bautista: Licenciada en Educación Básica, Especialista en Pedagogía, Maestrante de la Universidad Nacional de Colombia, Docente de área del grado Tercero de Básica Primaria en la Escuela Normal Superior María Inmaculada de Arauca.

Correspondencia: ipacabaqueb@unal.edu.co

Ruby MiladyGualdrón Aguirre: Licenciada en Educación Básica con énfasis en Matemáticas e informática. Maestrante Universidad Nacional de Colombia. Docente de grado Sexto en el Área de Matemáticas de la Institución Educativa Normal Superior María Inmaculada de Arauca.

Correspondencia: rmgualdrona@unal.edu.co

Zobeida Álvarez: Especialista en Informática y Telemática, Especialista Administración de la Informática Educativa, Maestrante de la Universidad Nacional de Colombia. Docente Tutor de grado Tercero de la Institución Educativa Normal Superior María Inmaculada.

Correspondencia: zalvarezb@unal.edu.co

Neil Guerrero González: Doctor en Ingeniería Electrónica. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Correspondencia: nguerrerog@unal.edu.co

Oscar Checa Cerón: Doctor en Física. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

Este trabajo propone el diseño, implementación y evaluación de un modelo de herramientas lúdicas basado en la pedagogía conceptual para la construcción de mentefactos proposicionales a partir de un texto dado. Lo anterior surgió de una necesidad de mejorar las habilidades de competencias lectoras de los estudiantes en los grados tercero, sexto y noveno, de las Instituciones educativas, Normal Superior María Inmaculada, General Santander y Agropecuario Municipal, del municipio de Arauca. A partir de la aplicación de la metodología Investigación Acción Participativa (IAP) con un enfoque cualitativo, se identificó que el desarrollo de prácticas en el aula utilizando el juego como agente dinamizador en la construcción de mentefactos proposicionales, facilitó la identificación de conceptos y contenidos proposicionales que luego pueden ser graficados en organigramas mentales. La herramienta lúdica generó de manera aleatoria la creación de escenarios textuales diversos que deben ser ordenados de acuerdo con las reglas sintácticas a través de la identificación de los contenidos de la frase por parte de los estudiantes. Se evidenció que un 68 % de los estudiantes lograron

extraer las ideas principales de un documento permitiéndoles construir macroproposiciones, generando en ellos la estructuración de operaciones de pensamiento y desarrollo de estrategias de comprensión.

Palabras claves: Comprensión lectora, pedagogía conceptual, operaciones intelectuales, mentefacto proposicional, herramientas lúdicas.

Playful tools design to construct propositional mindfacts oriented to reading comprehension

Abstract

This assignment is intended to design, implementation and appraisal of the new playful tools model, based on conceptual pedagogy, for propositional mindfacts construction starting from incoming text. The above matter arose by the requirement to improve the reading skills of the students in third, sixth and ninth grade, who attendee for Normal María Inmaculada, General Santander and Agropecuario Municipal school from Arauca town. Starting from apply the Participation Action Research (IAP) methodology with qualitative approach, it was identified that to develop activities in

the class room employing play as a dynamizing agent to construct propositional mindfacts, facilitated to identify propositional concepts and contents which can be then sketch in mental flow charts. The playful tool, randomly, aid to create divers textual stages that then must be arranged accord to syntactic rules across of the phrase contents identification by the students. It was evidenced 68% of students achieve to extract the main ideas of a document, empower them to construct macro-propositions, dynamizing in the students the structuring of thought operations and the comprehension strategies development.

Key words: Reading comprehension, conceptual pedagogy, cognitive operations, propositional mindfact, and ludic tool.

Introducción

Los procesos de codificación, decodificación y comprensión lectora son fundamentales en el aprendizaje, debido a que son la base para el procesamiento de la información y el logro de aprendizajes cada vez más complejos. Estos permiten interpretar, comprender y organizar la información que se va adquiriendo, a la vez que ayudan a estimular el desarrollo cognitivo, fortalecer el concepto de sí mismo y adquirir seguridad personal (Nacional, 2006). Este proceso complejo requiere que los lectores pongan en marcha estrategias cognitivas como la activación de conocimientos previos, el establecimiento de coherencias locales y globales, la utilización de inferencias, entre otras, para así lograr construir representaciones mentales de los textos leídos (Dole, Nokes y Dritis, 2009). Un lector experto es capaz de desplegar estrategias cognitivas y metacognitivas que favorezcan el entendimiento de las ideas contenidas en los textos, permitiéndole construir significados en los que dialoga la intención del autor con los propios conocimientos del lector (Kintsch y Kintsch, 2005). Cuando una persona lee, no se puede garantizar que comprenda lo que está leyendo, a pesar de que los subprocesos mencionados funcionen adecuada y automáticamente (Guevara, 2017).

Si bien, en cada institución educativa se realiza un trabajo constante que propende por mejorar los índices en la calidad de los procesos de comprensión lectora, aún se presentan resultados poco favorables para enfrentarse pronto en un mundo globalizado y altamente competitivo; esto se evidencia en los promedios obtenidos por los estudiantes en las pruebas externas, como Saber 2016, Aprendamos 2017 y Prueba de Caracterización. Según los resultados de las pruebas Saber 2016, un 63% de los estudiantes presentan dificultad para extraer información explícita e implícita en un texto y organizarla de forma coherente. Por su parte, las pruebas Aprendamos 2017 muestran que el 62% de los estudiantes obtuvieron resultado bajo en la competencia lectora, mientras que el 38% se clasificó en el nivel medio bajo, de acuerdo con la valoración hecha por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Finalmente, la prueba de caracterización aplicada desde el programa Todos a Aprender revela que un 40% obtuvo desempeño bajo en la valoración.

Esta problemática ha sido abordada por varios autores y desde diversas experiencias metodológicas, entre las cuales se destacan la utilización de mentefactos y otros organizadores gráficos, cuyos resultados y alcances se muestran a continuación.

A nivel internacional, las investigaciones adelantadas en Ecuador por Segovia (2010) y en Perú por Quiñones (2013), demostraron que la implementación de nuevas estrategias, como el uso de organizadores gráficos, permite a los estudiantes desarrollar el pensamiento crítico, reforzar la comprensión e integrar nuevos conocimientos. Sin embargo, no se ha dado toda la importancia en el desarrollo de aprendizajes en el aula. También se constató que para integrar los mentefactos en el aprendizaje, se necesita por lo menos de 1 a 2 años, debido a que implican procesos previos que no se logran a corto plazo.

En el ámbito nacional, se destacan tres investigaciones: Ramos (2013) implementó una estrategia basada en el planteamiento de preguntas para mejorar el nivel de comprensión lectora de textos científicos en el área de ciencias naturales de los estudiantes del grado octavo de la institución educativa Débora Arango Pérez del corregimiento de Altavista (Medellín), mostrando un aporte positivo en la comprensión de lectura en los tres niveles (literal, inferencial y crítico). Por su parte, Castro (2015), en su trabajo investigativo “Apoyando procesos de desarrollo de pensamiento conceptual en los estudiantes de grado quinto del Colegio Aulas Colombianas San Luis, con el manejo de herramientas virtuales”, resalta la ventaja que otorga la utilización de mentefactos en la presentación de información e ideas para una mayor comprensión, de manera gráfica y sencilla. Por último, Martínez y Nieto (2011), en su investigación “Aplicaciones en mentefactos”, dan razón del interés de los estudiantes por conocer e implementar los organizadores gráficos para un mejor aprendizaje.

Otros autores como Rodríguez (2014), subraya la necesidad de “priorizar el trabajo en habilidades básicas, especialmente lo relacionado a desarrollo de pensamiento, comprensión lectora y valores”, para lo cual propone los mentefactos como herramienta eficaz para contribuir a un buen proceso lector, ya que estos están diseñados para cada etapa del desarrollo del pensamiento (según Piaget y De Zubiría), permitiendo que las personas puedan dominar los instrumentos de conocimiento como: nociones,

proposiciones, conceptos y categorías. De igual manera, ejercitan las habilidades u operaciones intelectuales de introyectar, proposicionalizar, ejemplificar, supraordinar, entre otras.

Para contribuir en parte a la solución de la problemática expuesta, se realiza la presente investigación que tiene por objetivo el diseño de herramientas lúdicas para la construcción de mentefactos proposicionales orientados a la comprensión lectora, la aplicación de las herramientas y la verificación de su efectividad en el desarrollo de habilidades de pensamiento en los estudiantes. Esta se desarrolló en las Instituciones Educativas Normal Superior María Inmaculada, General Santander y Municipal Agropecuario del municipio de Arauca, con los estudiantes de los grados tercero, sexto y noveno.

La implementación de las herramientas lúdicas propuestas en la investigación permite la creación de un entorno de aprendizaje más flexible que motive al estudiante a construir su propio proceso cognitivo de modo significativo, representando gráficamente los conceptos en mentefactos, de tal manera que se tenga mayor claridad de las ideas de un tema abordado. Los mentefactos, entendidos como formas gráficas muy elaboradas a fin de representar la estructura de los conceptos (De Zubiría, 1998), favorecen en los estudiantes el desarrollo de habilidades de pensamiento como: proposicionalizar, decodificar, codificar y ejemplificar, propias del desarrollo del pensamiento proposicional, según los planteamientos de la pedagogía conceptual. De esta forma, los mentefactos, como organizadores gráficos, permiten la extracción de información de manera estructurada y sintetizada, facilitan su representación permitiendo que esta tenga mayor permanencia en el cerebro y, en consecuencia, se haga un aprendizaje significativo y a largo plazo.

Metodología

La investigación se desarrolló desde la metodología Investigación Acción Participativa (IAP) porque se encontró que es la oportunidad de dar participación a los estudiantes y a los docentes en la construcción de sus conocimientos dentro de un proceso que genera cambios. También se utilizó un enfoque cualitativo, tomando la definición de Hernández (2006), que lo relaciona como “investigación naturalista, fenomenológica, interpretativa o

etnográfica”, es una especie de paraguas en el cual se incluye una variedad de concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos (Grinnell, 1997). Dichos aspectos de este enfoque se tienen en cuenta en la investigación. Para tal fin se trabajó con el universo de un grupo específico conformado por estudiantes de tres instituciones educativas, Normal Superior María Inmaculada, General Santander y Agropecuario Municipal; con el fin de mejorar la comprensión lectora a través de la construcción de mentefactos proposicionales, dando respuesta a una necesidad identificada en el contexto educativo.

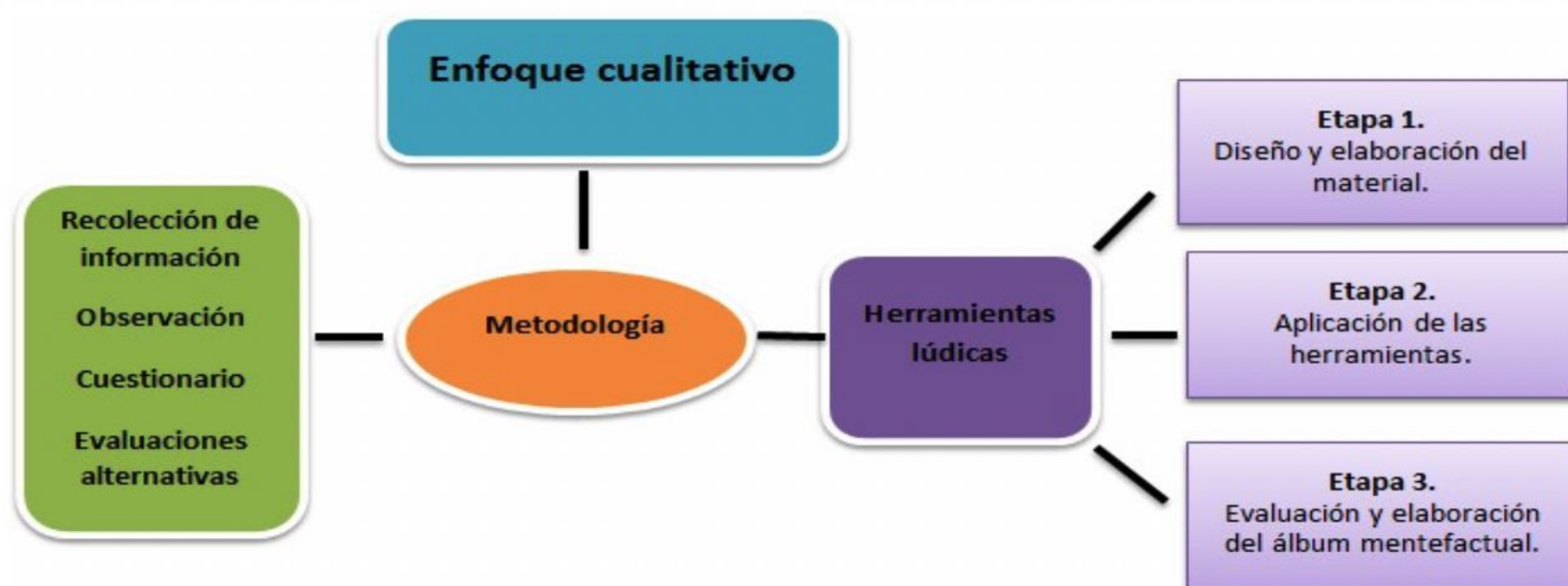


Figura 1: Esquema de metodología utilizada en la investigación.

También se emplearon varias técnicas de recolección de datos, como la observación, la bitácora, el cuestionario, las guías de trabajo dirigidas y las guías de evaluación alternativas. En la figura 1, se sintetiza la metodología utilizada.

A continuación, se desglosan las etapas que se llevaron a cabo en la investigación:

- Etapa uno:

Durante esta etapa se diseñó y elaboró el material para las herramientas lúdicas, como se describe:

- Tres cubos en foamy con aristas de 5 cm, de diferentes colores, en cada cara palabras que representan sujetos, acciones y complementos.

- Tablero mentefactual en material country de 40 x 30 cm, con doble cara (juego y esquema de mentefacto proposicional).
- Tarjetas con actividades para realizar en tiempos determinados. Las actividades impresas en cada tarjeta, se relacionan con los temas de cada una de las guías.
- Guías de actividades lúdicas diseñadas de manera secuencial y progresiva, de acuerdo con las temáticas por trabajar. Las temáticas corresponden a los pasos o proceso necesario para llegar a la construcción de los mentefactos proposicionales.
- Selección de lecturas propias para niños en edad de 7 - 9 años.
- Una bolsa en tela ecológica para guardar el material del juego, con dimensión de 50 x 40 cm.



Figura 2: Herramientas lúdicas (Juego de dados y tablero mentefactual lados "A y B"), diseñados por el equipo investigador.

- **Etapas dos:**

En esta etapa se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Socialización del proyecto a los padres de familia y sensibilización sobre la importancia de mejorar la comprensión lectora. Teniendo en cuenta la responsabilidad ética de “proteger la confidencialidad de los datos y la privacidad del individuo”, se firmó el consentimiento para utilizar fotos, trabajos y videos de los estudiantes con fines educativos
2. Se aplicó la prueba diagnóstica, con el propósito de identificar los saberes previos de los estudiantes sobre mentefactos.
3. Se desarrollaron guías con temáticas correspondientes a los pasos secuenciales necesarios en cuanto a terminología, estructura y forma de construcción de mentefactos proposicionales. Cabe resaltar que cada guía está diseñada en tres fases: afectiva, cognitiva y expresiva. El orden utilizado es el relacionado en los títulos de las guías, la herramienta utilizada y la fecha de aplicación se presenta en la figura 3.

GUIA	TEMA	HERRAMIENTA	FECHA
1	Verbo y sujeto	Tablero mentefactual Lado A	29 de agosto y 05 de septiembre 2017
2	Oraciones canónicas e invertidas	Juego de dados	19 y 26 de septiembre 2017
3	Proposiciones aristotélicas y cuantificadores	Tablero mentefactual Lado A	03 y 10 de octubre 2017
4	Proposiciones nucleares	Tablero mentefactual Lado B y juego de dados	17 y 24 de octubre 2017
5	Cromatizadores	Tablero mentefactual Lado B	31 de octubre, 01 y 08 de noviembre 2017
6	Macrorreglas	Tablero mentefactual Lado B	15 y 22 y 29 de noviembre de 2017

Figura 3: Secuencia didáctica para llevar a cabo la investigación

- **Etapa tres**

En esta etapa se llevó a cabo la construcción de mentefactos proposicionales a partir de textos propuestos, socialización de los mismos y elaboración de un “álbum mentefactual”. Además, se valoró el producto a través de una evaluación alternativa con el método de verosimilitud que permitió comparar dos modelos; uno, el establecido por el equipo investigador, y el otro, por los estudiantes, analizando hasta qué punto se alcanzaron los objetivos establecidos.

Durante la implementación y evaluación del proyecto de investigación, especialmente, durante las prácticas lúdicas pedagógicas, en la construcción de mentefactos proposicionales, se utilizaron diferentes instrumentos, como guías dirigidas, evaluaciones alternativas, rúbricas y herramientas lúdicas que permitieron medir los avances de los estudiantes con respecto a los propósitos que se planearon con antelación. Dicho lo anterior, los criterios a evaluar fueron los siguientes.

- Construir proposiciones.
- Extraer macroproposiciones de un texto.
- Graficar mentefactos a partir de macroproposiciones.
- Construir mentefactos proposicionales.

La información relevante de esta investigación se registró en bitácoras y se elaboró un álbum con las evidencias de cada actividad.

Marco teórico y definiciones

La fundamentación teórica de la investigación da cuenta de las conceptualizaciones necesarias para comprender la pedagogía conceptual como teoría base de la investigación y de las definiciones de instrumentos de conocimiento, mentefactos y mentefactos proposicionales, cuya construcción por parte de los estudiantes es el principal objeto de la investigación.

A. La pedagogía conceptual

Según Brito et al. (1999), la pedagogía conceptual, es una teoría educativa original desarrollada por Miguel De Zubiría. Es un modelo pedagógico que pretende formar instrumentos de conocimiento desarrollando las operaciones cognitivas y privilegiando los aprendizajes de carácter general y abstracto sobre los particulares. Busca promover el pensamiento, las habilidades y los valores en los educandos, formando en ellos la dimensión intelectual, afectiva y expresiva, que les permita comprender el mundo que los rodea.

La pedagogía conceptual surge como una propuesta que contribuye al desarrollo del pensamiento del ser humano, frente a una pedagogía tradicional donde el conocimiento es transmitido del maestro al estudiante, sin hacer un análisis comprensivo de los conceptos; propone la escuela como un espacio para pensar, valorar y desarrollar habilidades de pensamiento; “uno de sus logros de la pedagogía conceptual, ha sido poder representar los instrumentos de conocimiento a través de mentefactos” (De Zubiría, 2008). La tesis de un modelo pedagógico dialogante aplicada a la lectura nos debe conducir a reconocer el papel activo que cumple el lector en todo proceso de lectura (De Zubiría, 2006).

Este modelo o propuesta pedagógica, no solo se ocupa del desarrollo del pensamiento sino de otros aspectos de la persona como el afectivo, el cual busca que el estudiante sea respetado y se le propicien los espacios para que se relacione con los demás de manera amorosa. Otro de los propósitos de la pedagogía conceptual es el despliegue de sus talentos y capacidades de tal manera que desde temprana edad se potencien haciendo que su vida futura tenga posibilidades de surgir por sí mismo. Y un último propósito es desarrollar en los niños habilidades de pensamiento propias de su edad, según las etapas del desarrollo del pensamiento, dominando los instrumentos de conocimiento como son: nociones, proposiciones, conceptos, entre otras. La Pedagogía Conceptual sabe cómo evolucionan los instrumentos y las operaciones desde que el bebé nace hasta que se convierte en adulto, período a período; su marco es evolutivo (De Zubiría 2007). Todo lo anterior capacita al estudiante para que su aprendizaje sea significativo y amplio al relacionar los conocimientos nuevos con los que ya posee. De igual manera se le facilite

comprender distintas maneras de encontrar el conocimiento o de representarlo, como lo expresa Pozo cuando refiere que los conceptos y el conocimiento en general, se adquieren tomando conciencia de su relación con otros conceptos teniendo en cuenta además que estos pueden estar dentro de esquemas, pirámides e incluso organizadores gráficos. (Pozo, 2010).

B. Instrumentos del conocimiento

Según la pedagogía conceptual, existen cinco etapas del pensamiento por las que atraviesa el ser humano en el transcurso de la vida desde los primeros años hasta edad avanzada, en las cuales se utilizan diferentes instrumentos de conocimiento que van de menor a mayor complejidad (Brito, 1999) y son los encargados de personificar y definir el pensamiento y sus procesos. Estos instrumentos son: las nociones, las proposiciones, los conceptos, las pre categorías y las categorías, como se puede apreciar en la figura 4. Mapas de rutas, mapas de operaciones, mapas conceptuales, mentefactos categoriales o propios de cada nivel evolutivo son recursos metodológicos que facilitan introducir en la mente un nuevo instrumento o una nueva operación para que sea asimilada. (Zubiría, 2002). Estos instrumentos de conocimiento no se forman de un momento a otro, sino que requieren de tiempo constancia y ejercitación en la vida escolar.

ETAPA	OPERACIONES INTELECTUALES	INSTRUMENTOS DE CONOCIMIENTOS
NOCIONAL	La introyección y la proyección	Las nociones
PROPOSICIONAL	Proposicionalizar, codificar, decodificar, decodificar y ejemplificar	Las proposiciones
CONCEPTUAL	Supraordinación, infraordinación, isoordinación y exclusión	Los conceptos
PRECATEGORIAL	La inducción y la deducción	Las pre categorías
CATEGORIAL	La argumentación, la definición y la derivación.	Las categorías

Figura 4: Operaciones intelectuales e instrumentos de conocimiento propuestos por la pedagogía conceptual. Referencia: antecedentes de la pedagogía conceptual.

Teniendo en cuenta que el énfasis de la investigación está dirigido hacia el nivel proposicional, se expone aquí lo referente a las proposiciones. Una proposición es una estructura semántica compuesta por dos o más conceptos unidos entre sí a través de frases

de enlace para crear unidades con significado (Novak y Gowin, 1984). También las proposiciones pueden definirse como unidades mínimas de pensamiento de las que se puede decir si es verdadera o falsa. Para que los estudiantes logren comprender lo referente a las proposiciones, es necesario que con anterioridad hagan ejercicios de identificación de la estructura de la oración canónica (sujeto + verbo + complemento), pues estos mismos elementos constituyen la proposición, solo que para tal efecto se denominan: Noción 1, Relacionante y Noción 2.

C. Los mentefactos

El término mentefacto se compone de dos palabras: mente y facto, las cuales hacen referencia al cerebro y a los hechos. Son utilizados para representar la estructura de los pensamientos y valores que tiene el ser humano. Los mentefactos, según De Zubiría (1998), son formas gráficas, muy esquematizadas elaboradas a fin de representar la estructura interna de los conceptos.

Siendo los mentefactos esquemas informativos que posibilitan la organización y representación gráfica de las ideas fundamentales de un texto, es escaso el uso que se da a este tipo de organizadores gráficos en las instituciones educativas donde se realizó la investigación. Se desconoce el potencial que estos tienen en el desarrollo del pensamiento y operaciones cognitivas. El mentefacto es un organizador gráfico que, según Agustín (2005), trata de establecer el puente entre el nuevo aprendizaje y el conocimiento previo del sujeto.

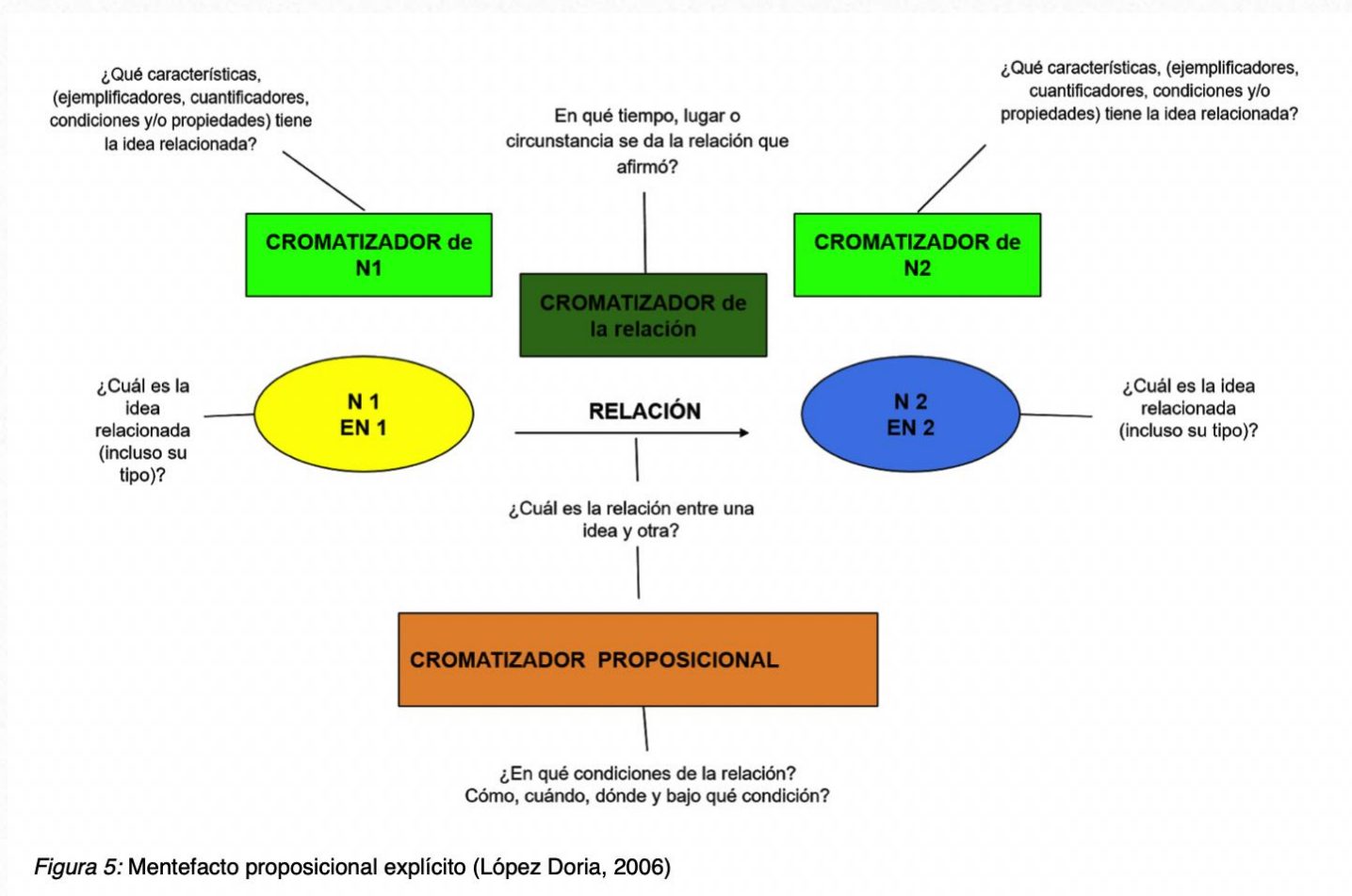
También son varios los estudiosos que han definido los mentefactos conceptuales. Parra y Lago (2003) sostienen que los mentefactos son recursos para representar la estructura interna de los conceptos. Espinosa (2011) los define como esquemas conceptuales, relacionados con la manera de ver las cosas desde las perspectivas de las personas. Es una manera de interpretación de una teoría o un tema determinado, a partir de dos partes dadas y dotadas de significado. Buscando impactar la mente, las didácticas contemporáneas privilegian el recurso metodológico sobre la palabra, efímera, y sobre la experiencia,

singular. Tal recurso (esquemas, diagramas, mapas conceptuales, mentefactos, etc.) facilita el aprendizaje y en ocasiones resulta imprescindible (De Zubiría, 2002).

B. Mentefactos proposicionales

Son ideogramas que permiten representar gráficamente uno de los instrumentos de conocimiento, como son las proposiciones que se desarrollan dentro de la etapa del pensamiento proposicional. La fortaleza de los mentefactos “no solo proviene del carácter visual lógico y sencillo, sino de sus dos sub-operaciones secuenciales: extraer las ideas fundamentales de un conocimiento y re-escribir visualmente las ideas obtenidas”; además permite a los estudiantes apropiarse y retomar dichos conocimientos en diferentes tiempos y contextos reales (Varón, 2010).

En la figura 5 se representa de forma explícita el mentefacto proposicional, utilizado durante la investigación.



A continuación, se explican las convenciones utilizadas en el esquema anterior.

N1: Noción 1, idea, pensamiento de carácter general y completo. Hace referencia al sujeto que es responsable de la acción.

EN1 y EN2 Especificador de la Noción 1 y especificador de la Noción 2, son palabras que acompañan únicamente a la noción uno y dos y sirven para determinar de qué clase es esa noción.

Relacionante: es un verbo implícito o explícito conjugado, que conecta las nociones. Especifica cuál es la acción.

N2: Noción 2, indica el sujeto sobre quien recae la acción.

Cromatizador de la Noción: Evidencia las características especiales e importantes de la noción. Puede ser ejemplificador, cuantificador, propiedad, circunstancia, espacio, tiempo, condición (García, 2011).

Cromatizador de la relación: evidencia las características especiales e importantes del verbo o relación.

Cromatizador de la proposición: evidencia las características de toda la proposición. Puede ser de autoría, época, modo, circunstancia, compañía, beneficiario, lugar, etc.

Para elaborar mentefactos proposicionales se requiere de extraer las proposiciones que componen un texto, elegir las proposiciones con sentido autónomo, vincular las proposiciones mediante conectores y construir un nuevo pensamiento que puede ser graficado. Estos pasos, son definidos de manera más concreta por Van Dijk, mediante las macrorreglas que propone para hacer una mejor comprensión. Estas son:

1. **Suprimir:** Permite descartar la información que no es esencial, es decir, identificar las ideas y proposiciones que dicen lo mismo y por otro lado seleccionar las más relevantes.
2. **Seleccionar:** Se trata de tomar lo más importante del texto, omitiendo los elementos que son condiciones, parte integrante, presuposiciones o consecuencias del otro elemento no eliminado.

3. Generalizar: Agrupa en una idea general el sentido de varias ideas particulares.
4. Construir: Es armar una macroproposición a partir de dos o más proposiciones relacionadas.

Resultados

En el presente apartado se expone los principales avances obtenidos de acuerdo con el diseño, implementación y evaluación de un modelo de herramientas lúdicas fundamentadas en la pedagogía conceptual propuesta por los hermanos Miguel y Julián De Zubiría. Se trata de los logros en la construcción de mentefactos proposicionales, para representar de manera gráfica, diferente información a partir de un texto dado con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la comprensión lectora a partir de textos con diferentes tipologías; pues “el dominio de la lectura está detrás del éxito o del fracaso escolar, para acceder al mundo laboral y, de la autonomía y desenvolvatura general de la persona” (Cassany, 1994).

Al emplear durante la aplicación, la metodología Investigación Acción participación (IAP), con un enfoque cualitativo, se logró evidenciar que las prácticas pedagógicas facilitaron la asimilación de conceptos y creación de aprendizajes, al ser utilizado el juego como agente dinamizador. Además, con las herramientas lúdicas se produjo de forma aleatoria la creación de escenarios textuales diversos, entendiendo estructuras y patrones que se siguen para generar o adaptar proposiciones. Se puede decir que para obtener este logro se tuvo que pasar por diferentes etapas que alimentaron el proceso: las guías diseñadas y los juegos, que facilitaron la organización de información de acuerdo a las reglas sintácticas. Como resultado final, se evidenció que un 68% de los estudiantes lograron extraer las ideas principales de un texto permitiéndoles construir macro- proposiciones, generando en ellos la estructuración de operaciones de pensamiento y desarrollo de estrategias de comprensión.

En adelante se describen los resultados obtenidos una vez realizada la investigación teniendo en cuenta la prueba diagnóstica y los objetivos planteados. En primer lugar, en los resultados obtenidos, al aplicar de la prueba diagnóstica, se encontró que los estudiantes no han utilizado los mentefactos en el desarrollo de sus actividades escolares. Contrario a

otros tipos de organizadores gráficos, donde la mayoría han trabajado mapas conceptuales, cuadros comparativos, líneas de tiempo y cuadro sinópticos, entre otros. Esto ocurre principalmente porque los maestros enseñan o utilizan una variedad de organigramas, pero desconocen o no han empleado, en el caso particular los Mentefactos como herramienta pedagógica, en sus prácticas educativas. En segundo lugar, se diseñaron las herramientas lúdicas tal como lo describe la metodología en la etapa 1. En tercer lugar, se realizó la aplicación de las herramientas siguiendo una secuencia didáctica, como se puede apreciar en la figura 3 y por último se realiza la valoración de las herramientas según los resultados obtenidos.

La aplicación de cada una de las guías elaboradas combinadas con el uso del juego de dados, y el juego (tablero cara 1 y 2), posibilitó el avance gradual en el conocimiento de la terminología y apropiación de los pasos que llevaron a la construcción de mentefactos proposicionales, siendo además, instrumentos de valoración y validación de la aplicación de las demás herramientas. Los resultados se presentan a continuación.

- **GUÍA 1: Verbo y sujeto**

El desarrollo de esta sesión mostró que el 70% de los estudiantes identificaron verbos y sujetos representados en imágenes, en grupos de palabras y en oraciones, lo cual es fundamental en los procesos de lectura. La unidad mínima de pensamiento son las palabras o conceptos con los cuales se construirán oraciones y párrafos (De Zubiría, 2006). Si un estudiante identifica el papel que desempeña esa unidad mínima de pensamiento, es decir cada palabra dentro de un escrito, le será más fácil hacer el proceso cognoscitivo de comprender lo que lee. Cada una de las palabras por sí solas no tendrían todo el significado que adquieren cuando están relacionadas con otras para formar oraciones.

Así mismo, mediante la observación, se evidenció, según registro en bitácoras, la importancia del trabajo en equipo y la asignación de roles dentro del mismo. Este aspecto potencia la capacidad de compartir, de escuchar las opiniones de los demás y concertar o diferir sobre ellas; enfrentar pequeños retos y buscar sus propias soluciones frente a las dificultades encontradas.

- **GUÍA 2: Oraciones canónicas e invertidas**

En la aplicación de esta sesión, se evidenció que un porcentaje significativo de estudiantes (64%) identificaron las partes de la oración canónica (sujeto, verbo y complemento) y construyeron oraciones respetando la estructura de la misma. De igual forma, los estudiantes hallaron diferencias entre oración canónica y oración invertida comprendiendo que la primera guarda una estructura u orden específico, mientras que la segunda, aunque se compone de las mismas partes, se presenta en distinto orden.

La oración canónica es una expresión con sentido que tiene un sujeto, que es quien realiza la acción; un verbo que es la acción realizada y un complemento que es lo que se dice del sujeto. Su estructura es: S + V + C. Ejemplo: El perro ladra en la noche. Por su parte la oración invertida es aquella que no sigue el orden o la estructura de la oración canónica. La figura 6 muestra el ejercicio realizado por los estudiantes.

1. Escribir a qué clase de oración invertida pertenecen las siguientes oraciones.

1. Nadan <u>en el agua</u> los peces.	VACTS ✓
2. El pez <u>su cuerpo como defensa</u> infla.	S+CV ✓
3. Su cuerpo como defensa <u>el pez</u> infla.	C+S+V ✓
4. Cuernós <u>las cabras</u> tienen.	C+S+V ✓
5. Grandes ventajas para el cuerpo <u>la natación</u> tiene.	V+S+CV x C S ✓
6. Fútbol en el patio <u>los niños</u> juegan.	C+S+V ✓
7. Juegan <u>los niños</u> fútbol en el patio.	V+S+CV ✓
8. Llama <u>ella</u> a su amiga.	V+S+CV ✓
9. Historias fantásticas <u>cuenta</u> la profesora.	C+V+S ✓

Figura 6: Actividad sobre oraciones invertidas realizada por los estudiantes de grado tercero del Colegio Municipal Agropecuario.

- **GUÍA 3: Propositiones aristotélicas y cuantificadores**

Teniendo en cuenta que para llegar a la elaboración de mentefactos proposicionales, fue necesario hacer un proceso puntual de apropiación de los componentes de la oración canónica y la estructura de la misma, aquí se da un paso más en dicho proceso, pues la oración canónica es la base para la proposición.

Las actividades desarrolladas permitieron la identificación de cuantificadores como palabras que permiten concretar el significado de una aseveración o afirmación y que serán utilizadas al construir mentefactos proposicionales. Los logros de esta sesión, dan cuenta que hay un grado más de complejidad al arrojar como resultado que es menor el número de estudiantes (57%), que logran hacer bien todos los ejercicios y actividades planteadas, con respecto a los resultados de sesiones anteriores. Sin embargo, existe un buen porcentaje que realizó bien más de la mitad de los ejercicios y solo el 19% no identificaron cuantificadores ni graficaron proposiciones aristotélicas. Cabe decir también, que según registro en bitácoras, hubo necesidad de mayor acompañamiento en el desarrollo de la guía. La grafica 7 muestra parte del trabajo de los estudiantes.

•GUÍA 4: Proposiciones nucleares

• Ubica en la tabla, según corresponda, cuantificadores

UNIVERSAL		PARTICULAR	
SINGULAR	PLURAL	SINGULAR	PLURAL
Nadie	todos	Alguno	Algunas
Ninguna	todas	No todo	Algunos
Ningún		Algun	

Figura 7: Actividad desarrollada por los estudiantes del colegio General Santander, sobre cuantificadores.

Durante el desarrollo de esta guía se observaron avances significativos, demostrado en el alto número de estudiantes que identifican elementos de una proposición nuclear e incluso hicieron representaciones gráficas de dichas proposiciones, evidenciando apropiación y comprensión con respecto a cada uno de los términos. Se enfatizó en la relación entre la oración canónica y la proposición. Estas dos construcciones gramaticales tienen la misma estructura, sólo que cada una de sus partes se denomina de distinta manera, como se muestra en el siguiente ejemplo:

	La	niña	juega	con una	pelota
Oración canónica	Sujeto		Verbo	complemento	
Proposición nuclear	Noción 1		Relacionante	Noción 2	

De esta manera, las sesiones se desarrollaron de forma jerárquica, a medida que se avanza en las guías, el grado o nivel de complejidad se hacía mayor, pese a esto y al tiempo definido para el desarrollo de las guías, es de resaltar que se alcanzaron los objetivos en gran porcentaje. Además, en muchos de los casos las explicaciones fueron personalizadas, para dar instrucciones más precisas, haciendo efectiva la elaboración de cada guía de trabajo.

- **GUÍA 5: Cromatizadores**

El propósito en esta sesión de trabajo se basó en que los estudiantes pudieran reconocer

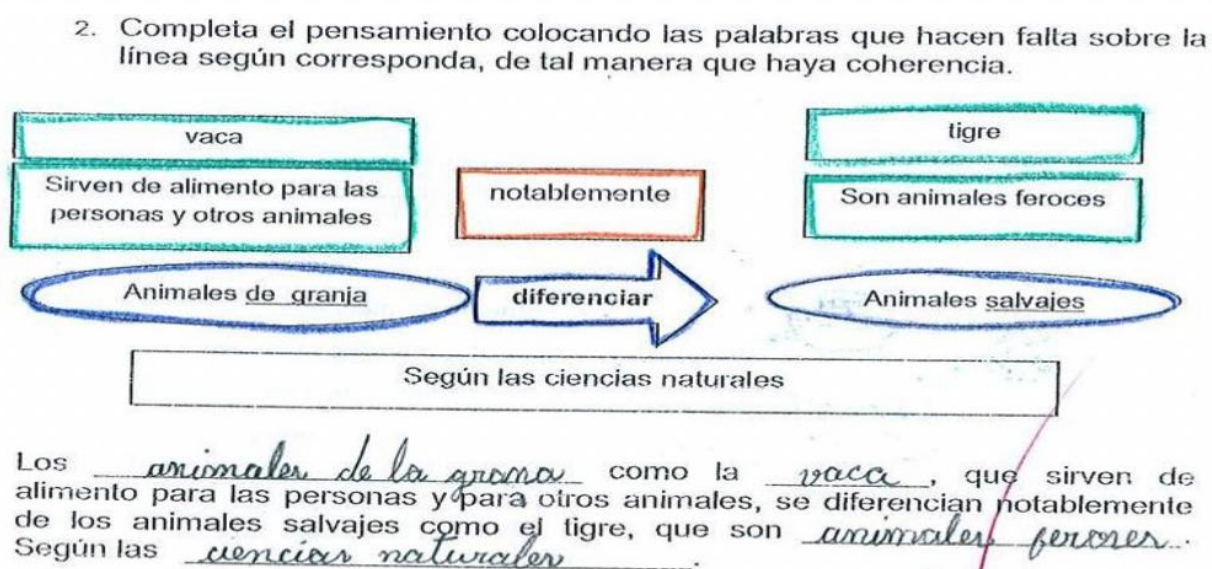


Figura 8: Representación de idea general en mentefacto proposicional realizado por estudiantes del grado sexto de la Escuela Normal Superior María Inmaculada.


las clases de cromatizadores, identificar su ubicación en el mentefacto y a su vez colocarlo en el lugar adecuado a la hora de graficarlo y leerlo en forma correcta. Se evidenció con la actividad, que los estudiantes entendieron el proceso, aunque no fue el porcentaje esperado, solo el 56% de los estudiantes reconoce los cromatizadores en todos los casos.

Los cromatizadores como acompañantes del núcleo proposicional, sirven para dar claridad, para precisar o para ampliar el sentido de la proposición. Es importante anotar que aunque en el ejemplo que muestra la gráfica 8 se hace uso de todas las clases de cromatizadores, al representar ideas en el mentefacto no necesariamente se deben considerar todos. Su utilización depende del extenso de la proposición.

- **GUÍA 6: Macrorreglas**

El desarrollo de la guía utilizando las herramientas lúdicas, permitió construir una macroproposición a partir de textos. En primer lugar, se tomaron las proposiciones resultantes de aplicar las macrorreglas, en segundo lugar, se analizó la relación entre las proposiciones resultantes y finalmente sintetizaron las proposiciones que se relacionan formando la macroproposición y lograron graficarlos en el mentefacto proposicional. La gráfica 9 presenta un ejemplo de extracción de información de un texto sencillo donde el estudiante extrae la idea principal, aplicando las macrorreglas. Al aplicar las macrorreglas suprimir y seleccionar, se depuró la información dejando solamente la más relevante o idea principal; luego se hizo generalización y construcción redactando una sola proposición, para ser representada en el mentefacto proposicional.

Gracias a su caparazón fuerte la tortuga tiene una manera muy especial de protegerse. Si algún animal se acerca, esconde la cabeza y las patas en él. Luego sube el caparazón inferior para unirlo con el de la parte superior. Allí dentro, la tortuga está a salvo y segura.



2. Escribo la Idea principal

La tortuga tiene un caparazon fuerte para protegerse.

3. Organizo la información de la idea principal en el mentefacto. Agrego cuadros al mentefacto si necesito.

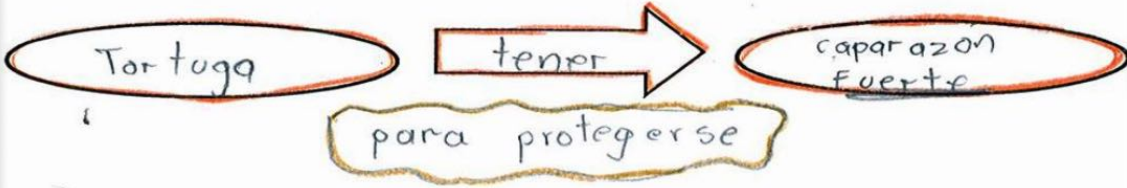


Figura 9: Actividad sobre macrorreglas, realizada por los estudiantes del grado tercero de la Escuela Normal Superior María Inmaculada.

Al finalizar la aplicación de las herramientas, se realizó la valoración de las mismas, para lo cual se tuvo en cuenta las guías de trabajo y las observaciones consignadas en las bitácoras durante el proceso de aplicación, permitiendo identificar los avances y las dificultades en el desarrollo de las sesiones. Teniendo en cuenta los aspectos mencionados

con anterioridad, se procedió a aplicar el método de verosimilitud, el cual permitió contrastar con las actividades planeadas, por los investigadores y los resultados arrojados por los estudiantes, en cada una de las evaluaciones alternativas programadas.

Como resultado de este análisis, se logró constatar que en una proporción del 68 % de los estudiantes se acercan a las metas propuestas, de ahí que el trabajo colaborativo y la implementación de herramientas lúdicas, generaron expectativas y motivaciones para la consecución de los propósitos. Sin embargo, no podemos desconocer que a un grupo de estudiantes se les presentaron dificultades en la apropiación de los fundamentos teóricos, que propician la construcción de Mentefactos Proposicionales. Con ellos fue necesario determinar las dificultades y dar mayor tiempo proporcionando actividades y materiales alternativos que les permitiera avanzar en su proceso de acuerdo con su ritmo.

Por otro lado, el grupo de investigación organizó un Álbum Mentefactual por grados de estudio, donde se recogió cada una de las actividades como evidencias de trabajo cooperativo, desarrollados por los estudiantes en las sesiones de aula; ya que estas orientaban las secuencias didácticas. Por consiguiente, se considera como una muestra de producto obtenido a través del proceso, así como una guía operativa donde se plasma paso a paso de una forma consecutiva y ordenada las etapas y sesiones de trabajo. El Álbum Mentefactual, sin lugar a duda, es una herramienta valiosa en la implementación de este proyecto educativo.

Para concluir, cabe decir que, para obtener mejores resultados en este tipo de investigación educativa, es necesario a la hora de la implementación de esta, se lleve a cabo en tiempos de sesiones más prolongadas; ya que, para alcanzar los propósitos establecidos, los estudiantes deben abarcar una serie de fundamentos teóricos y prácticos que le permitirán desarrollar operaciones intelectuales “metacognitivas” facilitando en ellos habilidades de comunicación.

Discusión de resultados

En el aprendizaje es importante el uso de representaciones gráficas de la estructura de los conocimientos adquiridos o por adquirir, los cuales permiten comunicar la estructura de un tema a partir de las ideas centrales o la idea principal. Los mentefactos son una de esas representaciones que permite organizar información de manera estructurada, dando mayor posibilidad de comprensión al exigir que se extraiga las ideas principales de los textos que son abordados por los estudiantes. Esto posibilita que se visualice la información no solo de manera escrita sino también los dibujos de la misma. Un mentefacto es un diagrama jerárquico cognitivo que organiza y preserva el conocimiento, en él se plasman las ideas fundamentales y se desechan las secundarias. (De Zubiría 1997). Los mentefactos no son mapas conceptuales, que, a pesar de todas sus bondades, no permiten un análisis sencillo o puntual, son formas gráficas, esquematizadas y elaboradas para presentar la estructura interna de los conceptos, y contribuyen y facilitan actividades educativas.

En el proceso de construcción de mentefactos es de vital importancia contemplar los tiempos, entendiendo que el desarrollo del pensamiento se da de manera gradual. Lo anterior lo enfatiza Quiñones, (2013), en su investigación sobre los mentefactos en el aprendizaje de la matemática: “Es necesario que el trabajo de investigación se realice por lo menos en uno o dos años, a fin de ver mejores resultados debido a que los conocimientos se logran a largo plazo”. Vemos, sin embargo, mediante esta investigación que los estudiantes logran construir mentefactos en menor tiempo. Las sesiones desarrolladas utilizando las herramientas lúdicas permitieron mayor motivación, interés por el aprendizaje y expectativa ante los procesos a llevar a cabo en las siguientes sesiones. Las actividades desarrolladas mediante las guías y el juego y de manera secuencial, hizo que se avanzara logrando la mayor parte de los objetivos en menor tiempo. Este aspecto es relevante en la investigación y se convierte en novedad.

Así mismo, todas las actividades propuestas en la investigación, a través de la ejecución de las herramientas son contribución al desarrollo del pensamiento de los estudiantes; aspecto este, que es fundamental en la vida del ser humano. Al respecto, De Zubiría (2015) dice: “Es necesario que los estudiantes dominen ciertos procesos para pensar,

ciertas competencias éticas para convivir de mejor manera con los otros y procesos que nos permiten interpretar los textos, los discursos y la realidad”. Por tanto, el uso de mentefactos proposicionales en las experiencias de aula con los estudiantes, propicia el fortalecimiento de habilidades de pensamiento como codificar, decodificar, proposicionalizar y ejemplificar, habilidades cognitivas propias de la etapa de pensamiento proposicional.

Igualmente, para que se logren buenos resultados con los estudiantes, en la construcción de mentefactos proposicionales a partir de un texto; antes, se hace necesario la aplicación de una secuencia didáctica que se compone de las siguientes partes: sesiones, propósitos, actividades pedagógicas, instrumentos de evaluación y recursos (herramientas lúdicas y las guías). Estas se llevan a cabo, siguiendo estrictamente el orden establecido; con el objeto de que los estudiantes logren en primer lugar, la apropiación y consolidación de los conceptos básicos, y segundo, que posteriormente estos términos y referentes teóricos les permiten jerarquizar y ordenar de manera gráfica empleando las macrorreglas. Por consiguiente, para graficar mentefactos, los estudiantes necesitan abordar el nivel anterior de pensamiento y agotar los procesos mencionados anteriormente; además de ejecutar las actividades en los tiempos requeridos.

En relación con la forma como los estudiantes se organizaron para el desarrollo de las prácticas de aula, empleando las herramientas lúdicas y las guías de trabajo planteadas por los docentes, se propició el trabajo colaborativo lo que creó expectativa, empatía, motivación. Estos hechos demuestran una vez más, la importancia de ejecutar procesos escolares en equipo para generar aprendizaje colaborativo, entendido este como la posibilidad en que “dos o más estudiantes trabajen juntos y compartan equitativamente la carga de trabajo mientras progresan hacia los resultados de aprendizaje previstos” (Barkley, Cross y Major, (2012).

A su vez, este proyecto de investigación está sustentado en la pedagogía conceptual, la cual plantea la apropiación del conocimiento en los procesos educativos, generando respuesta a los distintos contextos reales, que contribuya al desarrollo del pensamiento humano. (De Zubiría 2006). Así pues, partiendo de la necesidad de mejorar la comprensión lectora de los estudiantes, se sugiere, el uso de una herramienta de

conocimiento llamado mentefacto proposicional, el cual, se viene trabajando con liderazgo de la fundación Alberto Merani. Este propone, que a través de la utilización de mentefactos, en las escuelas se faciliten los aprendizajes, fortaleciendo y desarrollando habilidades de pensamiento en los estudiantes. Cabe resaltar que, en Colombia, muchas Instituciones Educativas, con la intención de mejorar resultados de competencias lectoras aplican esta estrategia, alcanzado indicadores de nivel alto y superior de habilidades de competencias de sus estudiantes, una razón más, que sin lugar a dudas muestra a los mentefactos como una herramienta pedagógica apropiada a la consecución de los objetivos proyectados inicialmente, para esta investigación.

Por último, se plantea esta propuesta encaminada a que otros investigadores con nuevas experiencias en el campo de los mentefactos, aborden los niveles de pensamiento superior como son “conceptual y argumentativo”, con el propósito de diseñar nuevas estrategias que permitan mejorar no solo las competencias lectoras, sino también otras habilidades necesarias en el mundo de hoy, para ser competitivo; por ejemplo, pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones, que posibiliten desarrollar en los estudiantes operaciones mentales. Teniendo en cuenta los argumentos anteriores, se formula la pregunta de la siguiente manera: ¿Cómo mejorar las habilidades pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones a través de la construcción de mentefactos conceptuales y argumentales con estudiantes de básica primaria, secundaria y media?

Conclusiones

Una vez terminada la implementación y evaluación del proyecto de investigación, surgen las siguientes conclusiones:

- Durante las sesiones de trabajo, con el desarrollo de guías y actividades lúdicas, se pudo observar que los estudiantes identificaron los elementos que conforman un mentefacto proposicional (nociones, relacionante y cromatizadores), la ubicación de cada uno de estos elementos en la estructura del mentefacto proposicional y la sintaxis del mentefacto proposicional.
- Atendiendo a la necesidad de mejorar la comprensión lectora en los estudiantes, se logró el diseño de una experiencia innovadora que contribuyó a la motivación por el apren-

dizaje y al fortalecimiento de los procesos de pensamiento de manera lúdica, graficar información mediante la construcción de mentefactos proposicionales a partir de la idea central de un texto.

- Mediante la utilización de herramientas lúdicas en la construcción y graficación de los mentefactos proposicionales, se pudo verificar la incidencia de las herramientas diseñadas en el desarrollo de habilidades de pensamiento para la comprensión lectora; a través de este proceso, se permitió dinamizar el aprendizaje, creando expectativa y motivación para aprender nuevas estrategias y conceptos, además de la incorporación del trabajo colaborativo asumiendo roles.
- La aplicación de las herramientas, permitieron alcanzar resultados en poco tiempo, teniendo en cuenta que el desarrollo del pensamiento no se logra de un momento para otro. Sin embargo, para alcanzar mejores resultados en el aprendizaje de la elaboración de mentefactos proposicionales empleando esta estrategia en el aula, se requiere de mayor tiempo de trabajo con los estudiantes en intensidad horaria semanal de aplicación de cada sesión y duración en el uso de las estrategias diseñadas.
- De todo proceso de investigación es necesario recolectar las evidencias y en este caso se construyó un álbum mentefactual con la muestra de las prácticas pedagógicas planeadas en la secuencia didáctica.
- Para el mejoramiento de la comprensión lectora, es necesario fortalecer las habilidades de pensamiento en todas las áreas del conocimiento, evidenciándose en el PEI (Proyecto Educativo Institucional), en la inclusión de la estrategia en los planes de área y en la toma de conciencia de cada docente de su papel protagónico en este aspecto fundamental de los procesos de aprendizaje.

Agradecimientos

Primeramente, a Dios Supremo y a nuestras familias quienes son el motor de nuestro

Ser. Agradecer a la Universidad Nacional de Colombia por abrirnos las puertas de su seno científico; de igual manera a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante día a día.

Agradecemos también a nuestros directores de tesis, Ph.D Oscar Checa Cerón y Ph.D Neil Guerrero González, por brindarnos la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos científicos en la orientación de esta investigación.

A nuestras Instituciones Educativas, donde cada día nos desempeñamos como maestros de niños y jóvenes, quienes esperan lo mejor de nosotros en nuestra praxis pedagógica.

Referencias

Agustín, C. A. (2005). Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento. Bogotá: Magisterio.

Barkley E, Cross P y Major C. (2007). Técnicas de aprendizaje colaborativo. Madrid, España. Ediciones Morata S.L.

Brito, J. G., Coral, L., Díaz, N., Molina, R., Otálora, M. y Sarmiento, B. y otros (1999). Pedagogía conceptual. Desarrollos filosóficos, pedagógicos y psicológicos. Bogotá: Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino.

Calderón, J. y López Cardona, D. (2013). “Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación”. I Encuentro hacia una Pedagogía Emancipatoria en Nuestra América. Buenos Aires: Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.

Cassany, D. (2003). Aproximaciones a la lectura crítica: teoría, ejemplos y reflexiones. Publicado en Tarbiva: Revista de investigación e innovación educativa, 32, 113- 132

Cassany Daniel, M. L. (1994). Las cuatro destrezas: comprensión lectora. Recuperado el 06 de 02 de 2018,

[dewww.google.com.co/search?q=comprensi3n+lectora+daniel+casanni+pdf&oq](http://www.google.com.co/search?q=comprensi3n+lectora+daniel+casanni+pdf&oq)

Castro Orozco, N. (15 de Julio de 2015).

http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/3525/TAMB_Castro

OrozcoNicolas_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Obtenido de

http://repository.uniminuto.edu:8080/xmlui/bitstream/handle/10656/3525/TAMB_CastroOrozcoNicolas_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y:

Coiro, J., Castek, J., & Guzniczak, L. (2011). Processes: Two adolescent reading independently and collaboratively on the internet. En *Literacy Research Association Yearbook*, 60. págs. 354-369.

De Zubiría, J. (2001). *De la escuela nueva al constructivismo, un análisis crítico*. Bogotá: Magisterio.

De Zubiría, J. (2006). *Tratado de Pedagogía Conceptual*. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

De Zubiría, M. (2008). *Las teorías de Pedagogía Conceptual*. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

De Zubiría, M. (2002). *Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas*. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

De Zubiría, M. (1998). *Mentefacto I: El arte de pensar para enseñar y de enseñar para pensar*.

Bogotá: Fondo de Publicaciones Bernardo Herrera Merino.

Dole, J., Nokes, J. D., & Dritis, D. (2009). Cognitive strategy instruction. En G. G. Duffy & S. E. Israel (Eds.). *Handbook of research on reading comprehension* (pp. 347-372).

Espinosa, A. (2011). *Propuesta organizativa de un aula virtual para la asignatura Redes de Computadoras en el Plan de Estudios «D» de la carrera Ingeniería Informática*. Bayamo: Universidad de Granma. Máster en Ciencias, Facultad de Informática.

García Rodríguez, A. (2011). *Mentefacto proposicional (parte II)*. Retrieved from http://www.dailymotion.com/video/xl79sr_mentefacto-proposicional-parte-ii_webcam

Gray (1960) "The mayor aspects of reading". In Robinson, H (Ed) Sequential development of reading abilities Supplementary Educational Monographs, no 90. Chicago UniversityPress, p. 8-24.

Guevara, T. W. (2017). Factores influyentes en las diferencias individuales de la comprensión lectora. MENDIVE, 3.

Henao, O. (2001). Identificación de ideas importantes y detalles en textos hipermediales e impresos. Lectura y Vida (Revista Latinoamericana de Lectura), 22 (3), 6-15.

Herrán, A. y Linares, M. (2013). Mapas conceptuales y mentefactos: comparación y propuesta para favorecer aprendizajes significativos formativos. Educación y futuro, 29, 181-203.

Instituto Alberto Merani. (2012). Proyecto Educativo Institucional. Bogotá D.C. Judith, T. S. (31 de Octubre de 2010).

http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2591/1/tebp_2010_367.pdf. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec>

Jurado, F. (2008) La formación de lectores críticos desde el aula. Revista Iberoamericana de Educación. N° 46, pp. 89-105

Kintsch W., & Kintsch, E. (2005). Comprehension. En S. G. Paris & S. A. Stahl (Eds.), Current issues in reading comprehension and assessment (pp. 71-92). Mahwah, NJ: Erlbaum.

Linares, A. R. (07 de 2008). <http://www.paidopsiquiatria.cat>. Recuperado el 20 de Junio de 2017, de <http://www.paidopsiquiatria.cat>:

López Doria, O. (04 de 05 de 2006). Nociones, proposiciones, conceptos y mentefactos. Recuperado el 22 de 10 de 2017, de Nociones, proposiciones, conceptos y mentefactos: www.es.slideshare.net/lukopx10/nociones-proposiciones-conceptos-y-mentefactos-61686998

McMillan, J. y. (2005). Investigación Educativa. Madrid España: Pearson Educación S.A.

Martínez Ruiz, L.C; Nieto Chávez, L. (2011). Aplicaciones en mentefactos. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from [http://www.fce.unal.edu.co/uifce/proyectos-de-estudio/pdf/Aplicaciones en mentefactos](http://www.fce.unal.edu.co/uifce/proyectos-de-estudio/pdf/Aplicaciones%20en%20mentefactos)

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (n.d.). Investigación educativa. MEN. (2016). Siempre día E.

Retrieved from http://diae.mineducacion.gov.co/siempre_diae/documentos/2016/181001001676.pdf

Merani, F. I. (s.f.). <http://fundamerani.edu.co/lectores-competentes-2-0/> Fundación internacional Alberto Merani. Obtenido de <http://fundamerani.edu.co>

Nacional, M. d. (2006). Estándares Básicos de Competencias. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Novak, J. D., y Gowin, D. B. (1984). Aprendiendo a aprender. (M. Roca, Ed.). Barcelona, España.

Parra Chacón, Edgar, & Lago de Vergara, Diana. (2003). Didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes Universitarios. Educación Médica Superior, 17(2) Recuperado en 16 de abril de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412003000200009&lng=es&tlng=es.

Pérez Grajales, H. (2006). Comprensión y producción de textos educativos. (E. Magisterio, Ed.) (Primera). Bogotá.

Pozo, J. I. (2010). Teorías cognitivas del aprendizaje. (Morata, Ed.) (Décima). Madrid, España. <http://www.bdigital.unal.edu.co>

Quiñones Díaz, E. O. (2013). <http://es.calameo.com/books/0009690258a47c760cf4d>

Ramos Gaona, Z. (2013). La Comprensión Lectora como una herramienta Básica en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Medellín-Colombia.

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2006). Metodología de la Investigación. Iztapalapa. México D. F.: McGraw Hill, Interamericana.

Rodríguez, A. A. (Dirección). (2011). Mentefacto proposicional parte II [Película].

Rodríguez, D. (2014). Los mentefactos como herramienta eficaz para el desarrollo de la lectura crítica. Horizontes Literarios, 37.

Segovia, G. J. (2012). Elaboración de organizadores gráficos y su influencia en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de Lenguaje. Ambato Ecuador.

Van Dijk, T. A. (1990). La noticia como discurso. Comprensión, estructura y producción de la información. Barcelona: Paidós Ibérica S.A.

Varón, C. y. (2010). Mentefactos, herramientas gráficas de conocimiento. Bogotá, Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co>

<http://repository.uniminuto.edu>

http://www.paidopsiquiatria.cat/files/teorias_desarrollo_cognitivo_0.pdf

TEMA 4: Investigación y agricultura sostenible.

La educación es la semilla para grandes propósitos personales o de un determinado ambiente, pues a través de la praxis se interroga una determinada hipótesis planteada frente a un problema y se logra una respuesta, positiva o negativa, mediante la actividad investigativa. Educación, ciencia e investigación nos llevan a la innovación y esta al desarrollo social y económico de un país. Si bien en América latina la investigación básica aún no ha dado primicias en comparación con los países avanzados, mas que todo por razones financieras, sí se han obtenido resultados y patentes que nos animan a apoyar este tipo de tema.

15

Impacto del sello alimento ecológico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural, sector agrícola (Colombia)

Marlybell Ochoa Miranda - Fundación Universitaria Monserrate

Julián Figueroa Espinel - Universidad Santo Tomás
Juan Carlos Osma Roza - Fundación Universitaria Monserrate
Colombia

Sobre los autores

Marlybell Ochoa Miranda: Ecóloga de la Pontificia Universidad Javeriana. Especialista en Derecho Ambiental de la Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Experta universitaria en Gestión Integral de Residuos de Universidad de León. Auditora líder internacional en Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad y Salud Ocupacional y Gestión Ambiental. Cuenta con amplia experiencia en planificación e implementación de Sistemas Integrados de Gestión y en evaluación y análisis de la gestión ambiental institucional enfocada al cumplimiento legal ambiental. Conferencista, docente universitaria en programas de posgrado, pregrado y educación continua en los temas relacionados con responsabilidad ambiental, Docente e investigadora de la Fundación Universitaria Monserrate. Miembro del grupo de investigación en Responsabilidad Social y Ambiental GIRSA.

Correspondencia: marlybellm@unimonserate.edu.co

Julián Figueroa Espinel: Ecólogo - Pontificia Universidad Javeriana, (Bogotá - Colombia), Magíster en Gestión Ambiental - Pontificia Universidad Javeriana, (Bogotá - Colombia), Estudiante de Doctorado en Administración – Universidad de Celaya (México). Docente investigador Universidad Santo Tomas de Aquino (Bogotá – Colombia). Ha trabajado con proyectos de carácter ambiental para instituciones públicas y empresarial – ambientales

para organizaciones privadas. Miembro del grupo de Investigación en Responsabilidad Social y Ambiental GIRSA.

Correspondencia: julianfigueroa@usantotomas.edu.co

Juan Carlos Osma Rozo: Ingeniero Comercial – Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, UDCA (Bogotá – Colombia). Magister en Dirección de Marketing – Universidad de Viña del Mar (Viña del mar – Chile). Coordinador de Investigación Escuela de Ciencias Administrativas y Económicas, Docente investigador, Fundación Universitaria Monserrate. (Bogotá - Colombia). Líder del grupo de investigación GENEME. Profesional idóneo en la Formulación de Proyectos de Comercialización de productos y servicios, caracterizados por una gestión moderna de Mercadeo, Publicidad y de los Negocios Internacionales, en sus aspectos financieros, legales y de logística de la distribución física, que requiere la modernización del comercio mundial.

Correspondencia: josma@unimonserate.edu.co

Resumen

Se buscó determinar el impacto, beneficios, implicación y obstáculos de la aplicación del “Sello Alimento Ecológico” administrado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el sector Agrícola, analizando aspectos de tipo ecológico, económico y social. Se logró un espacio de reflexión desde la perspectiva de los organismos acreditados y autorizados para certificar productos ecológicos y a su vez administran el Sello. Lo anterior con la finalidad de proponer oportunidades para la optimización de la administración, uso y/o manejo del Sello y por ende para la mejora de la producción agrícola ecológica. Realizando una investigación descriptiva de carácter mixto a utilizando entrevistas como técnica de recolección de información, permitiendo hallazgos en empresas del gobierno involucradas con el Sello y empresas beneficiadas por este, todo dirigido a generar una producción con valores diferenciadores para clientes y / o consumidores, o por el contrario reflexionar sobre falencias detectadas como la falta de conocimiento, acompañamiento y altos costos para los agricultores, desconociendo igualmente los beneficios que el Sello Alimento Ecológico trae en un mercado globalizado

y altamente competitivo, viéndose reflejado por el poco número de empresas agrícolas que cuentan con la certificación.

Palabras Claves: Agricultura, Alimento, Consumo, Ecológico, Impacto, Sello, Verde

Impact of the ecological food seal of the Ministry of Agriculture and Rural Development, agricultural sector (Colombia)

Abstract

We sought to determine the impact, benefits, implication and obstacles of the application of the "Organic Food Seal" administered by the Ministry of Agriculture and Rural Development in the agricultural sector, analyzing aspects of ecological, economic and social type. A space of reflection was achieved from the perspective of the accredited and authorized organisms to certify ecological products and at the same time administer the Seal. The previous with the purpose of identifying opportunities for the optimization of the administration, use and / or management of the Seal and therefore for the improvement of the ecological agricultural production. Conducting a descriptive investigation of a mixed nature

using interviews as a technique for collecting information, allowing findings in government companies involved with the Seal and companies beneficiated by it, all aimed at generating production with differentiating values for customers and / or consumers, or by contrast , reflect about shortcomings identified as the lack of knowledge, accompaniment and high costs for farmers, not knowing the benefits that the Organic Food Seal brings in a globalized and highly competitive market, being reflected by the small number of agricultural companies that count with the certification.

Keywords: Agriculture, Food, Consumption, Ecological, Impact, Seal, Green

Introducción

En diversas ocasiones se ha afirmado que Colombia es un país privilegiado por su ubicación, esto recae en su alta diversidad no solo natural sino también cultural. A pesar de que el país presenta graves conflictos sociales internos, su potencial agrícola es importante y más aún, en el presente siglo en donde se han evidenciado transformaciones ambientales adversas a causa de la acción antrópica.

El tema central de la investigación está basado en la producción agrícola, pero se toma como base la agricultura ecológica, en el marco del desarrollo sostenible. Bajo este marco es necesario tener una visión holística, en donde el objetivo es garantizar una calidad de vida para la población presente, sin agotar los recursos para futuras generaciones. No se hace referencia a una preservación radical de la naturaleza, pues se entiende que el ser humano realiza diferentes acciones en el planeta y no es posible prescindir de él.

Un enfoque holístico integra diversas disciplinas para construir un conocimiento que pueda servir en el plano social, ecológico, económico y cultural. De esta forma se analiza una perspectiva de la agricultura ecológica en Colombia que pueda servir para sustento económico de familias campesinas, mejorar los productos para consumidores, aprovechar los recursos biológicos sin necesidad de agotarlos y fortalecer los mercados orgánicos.

Existen muchas formas por las cuales se puede argumentar que un producto es ecológicamente amigable, pero esto no es suficiente, pues el consumidor necesita una prueba o garantía de que esto sea real. De acuerdo a esto, los sellos se orientan a ofrecer una confianza al consumidor sin ser una garantía plena ya que en el mercado se pueden encontrar variedad de tipos de Sellos de carácter ambiental que cualquier institución puede colocar en sus productos como auto declaraciones y no necesitan ser avalados por una certificación.

Ante esto el consumidor queda desprotegido. Por lo anterior, el presente texto se encauza en el Sello Alimento Ecológico- SEA, que a diferencia de otros sellos tiene el respaldo de una institución de carácter gubernamental como lo es el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Para lo cual en la investigación se indaga tanto con las

entidades gubernamentales, empresas certificadoras y empresas que cuentan con la certificación, permitiendo hacer reflexiones sobre el impacto del Sello, sus beneficios y dificultades.

El texto aborda el estado actual del “Sello de Alimento Ecológico - SAE”, sus principales avances e hitos a nivel nacional e internacional que han llevado a un reconocimiento de sus beneficios, pero también de sus falencias y retos, adicionalmente se reconoce como base fundamental a la agricultura ecológica que a través de sus prácticas ha permitido legitimizar los criterios mínimos incorporados en los requisitos para el otorgamiento del Sello de Alimento Ecológico en Colombia, que hoy en día es uno de los dos sellos ecológicos certificables más importantes del país. Surge el interrogante ¿Cuál ha sido el impacto del sello alimento ecológico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Colombia)?, mostrando la importancia de desarrollar estrategias encaminadas a mejorar las condiciones de producción, preocupando a productores como consumidores agrícolas sobre el cuidado del medio ambiente, así mismo educar sobre los beneficios que trae el consumo de productos ecológicamente ambientales para la salud del ser humano y protección de los ecosistemas. Para lo cual se hace necesario cumplir con los requerimientos establecidos por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, para lograr la certificación que avala a la empresa agrícola en adelantar procesos de producción comprometidos con el medio ambiente y la salud de sus clientes y / o consumidores.

Metodología:

Investigación descriptiva de tipo mixto, presentando dos fases las cuales se detallan así:

En la primera fase de la investigación se planteó una revisión teórica en donde se detallan los avances que se han tenido en el planteamiento y ejecución de sellos verdes para Colombia, se parte de la necesidad del país de fortalecer la agricultura y la certificación de esto mediante los sellos, es necesario abordar un proceso sistemático, crítico ante una necesidad en el País, resaltada actualmente en el plan de desarrollo (mercados verdes).

Adicionalmente en la primera fase se caracterizaron aquellas empresas que cuentan con el Sello Alimento Ecológico, el cual es administrado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, como entidad de carácter gubernamental se puede establecer mayor

seguimiento y capacitaciones a diferentes empresas, para esto se desarrolló un instrumento con enfoque mixto, el cual detalla aspectos como el número de empresas, localización, datos de contacto, tipo de producción, año de certificación.

De esta forma y siguiendo a Sampieri, las teorías cumplen diversas funciones tales como:

- Explicar, decir por qué, cómo y cuándo ocurre un fenómeno.
- Sistematizar, o dar orden al conocimiento sobre un fenómeno o realidad.
- Predecir, es decir, hacer inferencias a futuro.

Según las características del enfoque mixto “implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o una serie de investigaciones para responder a un planteamiento del problema”. (Sampieri, 2014:533)

La segunda fase de la investigación enfatizó en la aplicación del Sello de Alimento Ecológico, por parte de aquellas instituciones que han estado inmersas en el proceso, como entidades certificadas.

Esta fase al ser cualitativa es de índole interpretativa, en donde se buscó explicar los fenómenos encontrados en la primera fase. Al relacionar los participantes (empresarios), que se encuentran descritos a partir de la primera fase se aborda un estudio de tipo participativo, en el cual se usará un instrumento de tipo entrevistas semiestructuradas, en las cuales el formato es más flexible y puede brindar el aporte de elementos que no se tuvieron presentes desde el inicio de la investigación.

Se logró establecer como muestra para el estudio siete entidades gubernamentales con algún tipo de vínculo con el Sello, de forma directa o indirecta, cinco empresas certificadoras y tres empresas operadoras. Con el fin de identificar los factores positivos, dificultades y beneficios que ha generado este proceso para agricultores colombianos, en los diferentes mercados nacionales e internacionales, vinculando estrategias encaminadas a la protección del medio ambiente.

Finalmente, se buscaron aspectos favorables como dificultades para lograr aceptación por parte de los productores agrícolas frente al interés o rechazo ante el Sello Alimento Ecológico, reconociendo las causas que esto ocasiona.

1. Análisis de resultados o Desarrollo

1.1. Agricultura ecológica

“Según estudios desarrollados en el año 2006 por el Center for the Promotion of Imports from Developing Countries – CBI, los productos orgánicos a nivel mundial presentan un sobreprecio entre el 15% y el 40%, asociado a los costos de producción, certificación y comercialización y sus canales de distribución más importantes empiezan a ser los supermercados y tiendas naturistas. Los principales destinos de ventas mundiales para el año 2006 son los Estados Unidos, que abarca el 51% del mercado mundial y la Unión Europea con el 45%, sin embargo, aún no tienen satisfecha su demanda y por ende, la agricultura ecológica se convierte en una oportunidad para los países en desarrollo” (MADR, 2007:3).

“De acuerdo con Center for the Promotion of Importe from Developing Countries (CBI – 2006), la oferta de productos ecológicos en Latinoamérica está representada principalmente por los siguientes países: Argentina 68%, Uruguay 14%, Brasil 6%, Chile 6%, Perú 2%, Colombia 2%, Paraguay 1% y Ecuador 1%. La misma fuente indica que el consumo de productos ecológicos a nivel mundial se concentra principalmente en productos frescos como frutos y hortalizas, lácteos, carne y cereales” (MADR, 2007:3).

1.2. Ecoetiquetado y Sellos verdes

El uso de etiquetas ecológicas supone no solo un cambio en el comportamiento empresarial, sino también en las preferencias del consumidor, ya que le informa que el producto fabricado ha sido elaborado reduciendo los efectos negativos ambientales. (Maya & Molina Higuera, 2001)

El uso de ciertas etiquetas ha colaborado al posicionamiento de productos y apertura de mercados, se especializa la producción hacia el consumidor responsable, y el mercado de corte capital sufre un cambio de un modelo de producción en masa a uno que se preocupa por la calidad, iniciando por un modelo de internalización de externalidades.

La etiqueta ambiental entro en el marco de la gestión ambiental como una medida de colaborar con la empresa en el mejoramiento de sus procesos. Aunque esta no nació estrictamente por voluntad empresarial, si lo hace por la incertidumbre que se desprende de los problemas ambientales, como la degradación de recursos, pérdida de biodiversidad, contaminación, deterioro de los recursos, entre otros, los cuales han impactado directamente el modelo empresarial.

A partir de los años 70's los temas ambientales adquirieron mucha importancia en Norteamérica y Europa por lo que aparecen políticas económicas concretas, entre ellas una tendencia a incitar a los productores y consumidores a reducir los impactos ambientales de sus productos, entran entonces temas como el mercado verde, el desarrollo sostenible y el análisis de ciclo de vida del producto (Maya & Molina Higuera, 2001).

A nivel mundial Martínez (2005), destaca la importancia de la iniciativa gubernamental dado que la gran mayoría de eco-etiquetas han surgido por su apoyo, tal es el caso de la Unión Europea. En Colombia se encuentra el caso del Sello de Alimento Ecológico administrado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

1.3. Eco-etiquetas en la International Organization for Standardization (ISO)

De acuerdo a Coates Richard (2000), "ISO todavía no ha llegado a un acuerdo en cuanto a los estándares de etiquetas ambientales. Pero hay un acuerdo general en cuanto a varios principios a los cuales las etiquetas ecológicas tienen que ajustarse, estos se encuentran en la serie ISO 14020" - etiquetado ambiental-, en la que se incluye:

- 1) las etiquetas deben ser exactas, verificables, y no engañosas;
- 2) no deben crear barreras comerciales;
- 3) deben ser basadas en las ciencias;
- 4) deben tomar en consideración el ciclo vital completo del producto o servicio;
- 5) deben estimular el mejoramiento del producto o servicio. (Coates, 2002)

Etiquetado Ambiental Tipo I:

De acuerdo a la I Norma Técnica Colombiana ISO 14024:2000, el objeto se basa en los principios y procedimientos para desarrollar programas de eco rotulado, se incluye la selección de categorías de producto, criterios ambientales de producto, características de función del producto, para evaluar y demostrar conformidad. Adicionalmente la norma también establece los procesos de certificación para otorgar el rotulo. Este tipo de etiquetado es de carácter voluntario por tercera parte, y pueden ser operados por agencias públicas o privadas, nacionales, regionales o internacionales (ISO 14024:2000:1).

Etiquetado Ambiental Tipo II (Autodeclaraciones):

De acuerdo a la I Norma Técnica Colombiana ISO 14021:2000, el objeto se basa en las "...Autodeclaraciones ambientales en cuanto a productos incluyendo afirmaciones, símbolos y gráficos". Según la norma técnica "se describe términos seleccionados de uso común en declaraciones ambientales, indica las condiciones de uso, también describe una metodología general para la evaluación y la verificación de las autodeclaraciones ambientales, métodos específicos de evaluación y verificación para las declaraciones" (ISO 14024:2000:1).

Etiquetado Ambiental Tipo III:






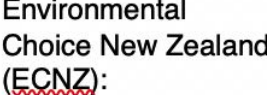
De acuerdo a la ISO 14025:2006, "Las declaraciones ambientales tipo III presentan la información ambiental cuantificada sobre el ciclo de vida de los productos para permitir la comparación entre productos que cumplen la misma función, estas declaraciones, se proporcionan por una o más organizaciones, se basan en una verificación independiente de los datos del análisis del ciclo de vida (ACV), del análisis del inventario del ciclo de vida (ICV) o de los módulos de información, se desarrollan utilizando parámetros predeterminados, y están sujetas a la gestión de un administrador de un programa, tal como una compañía o un grupo de compañías, sector industrial o asociación comercial, autoridades u organismos públicos, organismos científicos independientes o de otro tipo" (ISO, s.f.).






1.4. Principales sellos verdes a nivel mundial







En la actualidad existen una gran cantidad de sellos verdes, pero su origen se remonta a uno: el “Ángel Azul” creado en 1978 en Alemania. Posterior a esto se han creado diversidad de sellos especializados en diversos bienes y servicios, algunos privados y otros de carácter gubernamental. Entre todos hay algunos sellos que se reconocen como los más confiables, de acuerdo a su historia y respaldo, lo cual muestran en los productos y servicios que los portan, para diferentes mercados, en los cuales se encuentran. En este apartado se destacan algunos de los sellos ambientales iniciales y más reconocidos por algunos países, se hace un énfasis en aquellos que tienen relación con organizaciones gubernamentales, pues esto ofrece una garantía adicional en los procesos y productos.

De acuerdo a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 1993 Los programas de eco-etiquetado se han ido haciendo cada vez más populares. La República Federal de Alemania creó su primer sello en 1978”. Según el autor “Canadá y Japón comenzaron sus programas en 1998; Austria, Finlandia, Francia, Noruega, Portugal, y Suecia, iniciaron sus programas en 1991; la Comunidad Económica Europea, Australia, Holanda y Nueva Zelanda, están proponiendo en marcha el sistema, y se espera que, en 1993, 22 países europeos estén otorgando sellos (CEPAL- 1993:11).

En la Tabla 1 se expone en el marco actual de las eco - etiquetas, con los productos que se encuentran vinculados a ellos para el 2016. La mayoría de productos tienen como apoyo algún organismo de carácter estatal. Y otros declaran su relación con las eco-etiquetas provenientes de las declaraciones establecidas en la ISO.

Año	País o Región	Nombre del Sello y representación gráfica	Comentario	Apoyado por	Página Web
1978	Alemania	Ángel Azul: 	Cerca de 12.000 productos y servicios ambientalmente amigables y 1.500 compañías poseen el sello.	Gobierno Federal de Alemania.	https://www.blauer-engel.de/en/our-label-environment
1988	Canadá	Environmental Choice Program (Ecólogo): 	Posee más de 300 categorías de productos, para el 2013 tenía más de 7000 productos certificados.		http://industries.ul.com/environment
1989	Suecia, Noruega, Finlandia, Islandia	Cisne Blanco: 	Establecido por el concilio Nórdico de Ministerios, es reconocido como un ISO 14024 de tipo 1. Para la presente fecha se encuentran 63 grupos de productos.	Concilio Nórdico de Ministerios.	http://www.nordic-ecolabel.org/about/
1989	Japón	Eco Mark: 	Para el 2.002 contaba con cerca de 64 categorías de productos y un total de 5.176 productos certificados. Se ajusta a los principios de la ISO 14020, como una declaración ambiental y la ISO 14024 de tipo 1.	Agencia del Ambiente (Asociación Ambiental Japonesa).	http://www.ecomark.jp/english/
1989	Estados Unidos	Green seal: 	Con más de 31 normas emitidas que cubren más de 375 categorías de productos y servicios	Organización sin ánimo de lucro. (No estatal)	http://www.greenseal.org/Home.aspx
1990	Nueva Zelanda	Environmental Choice New Zealand (ECNZ): 	Es miembro de The Global Ecolabelling Network (GEN), fundada en 1994, una organización sin ánimo de lucro, quien desarrolla, promueve eco etiquetas en diferentes productos,	Gobierno de Nueva Zelanda.	http://www.environmentalchoice.org.nz

Año	País o Región	Nombre del Sello y representación gráfica	Comentario	Apoyado por	Página Web
			Environmental Choice pertenece desde el año 2000.		
1991	India	Ecomark: 	Con 16 categorías de productos y 196 industrias con el cumplimiento y uso del sello.	Gobierno de India (Ministerio de Medio Ambiente y Bosques).	http://www.mppcb.nic.in/ecomark.htm
1992	Holanda	Milieukeur: 	Con 80 productos de 15 compañías en Bélgica, Inglaterra, Alemania, Grecia, Irlanda, Países Bajos, Polonia y Suecia.	Con su supervisión del Ministerio de Vivienda, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente.	http://www.milieukeur.com/279/for-producers/milieukeur--reliability-guaranteed.html
1992	Singapur	GreenLabel: 	Posee cerca de 3000 productos certificados, con presencia en 28 países, con 52 categorías de productos	Concilio Ambiental de Singapur.	http://sgls.sec.org.sg
1992	Corea del Sur	Etiqueta Verde Corea	Sin información	Organismo independiente perteneciente a la ISO.	Sin información
1992	Comunidad Económica Europea	Flor Europea: 	Con 30 categorías de servicios y productos. Se ajusta a los principios de la ISO 14020, como una declaración ambiental y la ISO 14024 de tipo 1.	Parlamento y Concilio Europeo.	http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/
1993	China	China Environmental Labelling	Fue iniciado por la SEPA (State Environmental Protección Administración) ahora El Ministerio de Protección Ambiental de la República Popular China (MEP), con más	El Centro de Certificación Ambiental Unido (CEC) asume la función de certificación del Producto	http://www.sepacec.com/cecen/

Año	País o Región	Nombre del Sello y representación gráfica	Comentario	Apoyado por	Página Web
			de 96 estándares técnicos, cerca de 2000 empresas certificadas, con más de 30000 productos certificados y 91 categorías de productos.		
1994	Checoslovaquia	Etiqueta Ecológica	Primer sistema de este tipo lanzado en los países del antiguo bloque comunista (desaparecido).	Sin información.	Sin información
2000	Australia	The Environmental Choice Australia (ECA) 	Con más de 2000 productos certificados. Trabajan en el marco de la ISO 14024.	Indeendiente – Sin animo de lucro (independent not-for-profit)	http://www.geca.org.au
1993	Thai Green Label		Con 123 criterios de productos, 25 categorías de productos y más de 60 empresas para el 2017.	Iniciado por el consejo de negocio de Tailandia para el desarrollo sostenible (TBCSD), lanzado formalmente en agosto de 1994 por el Instituto de Medio Ambiente de Tailandia (TEI) en asociación con el Ministerio de Industria.	http://www.tei.or.th/greenlabel/
2001	Ecolabel Vitality Leaf		Hasta la fecha se encuentran más de 96 artículos de bienes y servicios con el certificado. Se basa en la evaluación de ciclo de vida (ISO 14040) y la ecoetiqueta Tipo 1.	El programa fue fundado en el 2001 y es administrado por la “unión ecológica”, Es una organización sin animo de lucro. “St.-Petersburg Ecological Union” hasta el 2010).	http://ecounion.ru/en/
1992	Korean Ecolabel			Certificado por el Estado y está a cargo de la oficina de certificación de la etiqueta ecológica y de la oficina de gestión de normas medioambientales de KEITI	http://el.keiti.re.kr/en/service/enindex.do
2014	Ekolabel Indonesia		Es una auto declaración con 7 categorías de productos repartidos en 11 criterios. Hasta el momento hay 4 industrias con 19 productos.	Decretado por el Ministerio de Medio Ambiente certificado por el Instituto Ecolabel en Indonesia (LSE).	http://www.indonesiagreenproduct.com/ekolabel-dan-peningkatan-daya-saing-produk/





Año	País o Región	Nombre del Sello y representación gráfica	Comentario	Apoyado por	Página Web
1992	Green Mark (Taiwan)		Para mayo de 2006, 94 artículos, incluidos artículos de oficina, electrodomésticos, materiales de construcción y artículos de la vida cotidiana se encuentran contenidos. Para el 2012 se han certificado más de 6.000 productos en 117 categorías de productos.	Adoptado por la Administración de Medio Ambiente de Taiwán (EPA), en 1993	https://greenliving.epa.gov.tw/GreenLife/eng/english.aspx
2003	The Ecological Marking (Ukraine)		Está incluido la Red Global de Etiquetado Ecológico (GEN). Para noviembre del 2015 se encuentran 54 empresas inscritas, con 85 certificados validos para bienes y productos.	El organismo de certificación "Planeta Vivo" (organización pública), quien es el representante oficial del Instituto Internacional de certificación orgánica y ética en Ucrania.	http://www.ecolabel.org.ua
	Environmental Label Croatia	Prijatelj okoliša 	El Ministerio es responsable de dos etiquetas ecológicas: la etiqueta nacional de protección del medio ambiente «respetuoso del medio ambiente» (Prijatelj okoliša) y la etiqueta de protección del medio ambiente de la Unión Europea, etiqueta ecológica de la UE	Ministerio de Ambiente y Energía.	http://www.mzoip.hr/en/environment/e-co-labels.html
2008	Green Choice Philippines		Se encuentra con el auspicio del Departamento de Comercio e Industria y del Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Con 39 criterios de productos.	El Centro Filipino de Protección Ambiental y Desarrollo Sustentable, Inc. (PCEPSDI) es una organización no gubernamental sin fines de lucro y no gubernamental	http://www.pcepsdi.org.ph/index.html

Tabla 1. Principales Sellos verdes a nivel mundial y productos asociados a 2016

Fuente: Construcción de los autores

En el caso de Colombia se encuentran dos sellos que pertenecen entidades de carácter Gubernamental, estos son el Sello Ambiental Colombiano el cual es administrado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el segundo es el Sello de Alimento Ecológico el cual es administrado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (ver tabla No 2)

Año	País o Región	Nombre del Sello y representación gráfica	Comentario	Apoyado por	Página Web
2004	Colombia	Sello de Alimento Ecológico 		Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	http://www.minagricultura.gov.co/tramites-servicios/Paginas/Normatividad-Sello-Ecologico.aspx
2005		Sello Ambiental Colombiano 	Posee 24 categorías de productos.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=366:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-19

Tabla 2. Sellos Gubernamentales - Colombia

Fuente: Construcción de los autores

2.Contexto Nacional: Colombia

2.1. Agricultura ecológica en Colombia

La agricultura ecológica, como una de las fuentes de gran relevancia para la demanda por parte de productores y consumidores de certificaciones ambientales, dentro de las cuales se encuentran los sellos verdes en el país, es definida por la FAO 2006 (en MADR, 2007) como Un sistema que se puede aplicar en diferentes escalas productivas y sus beneficios radican en que permite el mantenimiento de la fertilidad del suelo, evita la contaminación del mismo por el uso de agroquímicos, permite la rotación de cultivos, fomenta el bienestar animal y genera como resultado, un sistema de producción natural de alimentos inocuos y sanos.

La agricultura ecológica, se constituye hoy en día como el conjunto de prácticas replicables que al documentarse sistemáticamente le han dado paso a la estructuración de iniciativas como los certificados y/o sellos verdes que fomentan el desarrollo sostenible del país.

En el período 2001 a 2006 se evidenció un incremento de 25.713 hectáreas en el área dedicada a la producción ecológica en el país. En las hectáreas reportadas ante entidades gubernamentales, para el año 2006 (50713 Ha), se cultivó principalmente banano, café, cacao, cereales, palma de aceite, tubérculos, frutas, panela, hortalizas, heliconias y follaje, además se produce miel de abejas, procesados alimenticios, carne de res y carne de búfalo, entre otros.

Actualmente los productos ecológicos colombianos se están comercializando en el mercado nacional e internacional. En el mercado internacional, los principales productos ecológicos con potencial exportador son frutas y hortalizas frescas, frutas secas, nueces, frutas y hortalizas procesadas, café, té, cacao, hierbas, especias, cultivos oleaginosos y derivados, edulcorantes, cereales, carne, lácteos y huevos (MADR, 2007).

Los mercados externos de mayor importancia son la Unión Europea y Estados Unidos. En cuanto a la participación de Colombia en el mercado ecológico europeo, la representación está en productos como café, banano, panela, frutas, aromáticas y frutos de palma. Para las exportaciones de productos ecológicos en el mercado de Estados Unidos, están representadas en café, azúcar, pulpas de frutas, miel, cacao, banano y palmito. De igual manera, Colombia ha incursionado recientemente en otros mercados internacionales como Japón, Corea y Australia, con productos como café, frutas y azúcar ecológica (MADR, 2007).

2.2. Certificaciones ambientales y sellos verdes

De esta forma y según la creciente demanda de productos ambiental y socialmente responsables se concluiría que el mercado está creciendo, por tanto, la producción de productos orgánicos también, pero para Colombia esto no está ocurriendo. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2005), el mercado colombiano todavía es muy reducido debido a una falta de cultura sobre los productos ecológicos. Presenta una productividad más baja comparada con la agricultura convencional, y los productos son ofrecidos con sobreprecio al consumidor.

Adicionalmente el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2005), sobre la comercialización de productos ecológicos menciona que “Las dificultades descritas por los productores están relacionadas con el hecho de no tener asegurada la compra de la cosecha, con la dificultad de responder con una oferta de productos ecológicos constante, con la no diferenciación de sus productos con respecto a los convencionales y por consiguiente, no recibir ningún sobreprecio”. (MADR, 2005).

Bajo este marco el Sello Colombiano de Alimento Ecológico, busca garantizar que la calidad exigida al proceso productivo y de elaboración del producto pueda satisfacer tanto las necesidades expresas o implícitas de los consumidores, como puede ser la calidad sanitaria, calidad sensorial, calidad nutricional, calidad comercial, calidad ecológica. Se resalta la importancia que debe adquirir la calidad ecológica exigida, entendida como la inocuidad, buena presentación, características nutricionales, control en toda la cadena, sistema productivo que no deteriore el ambiente. Dicha calidad no se alcanzará si no se comprende que el sello hace parte de un sistema de producción agropecuario ecológico, que tiene una marcada vocación holística (Briceño, 2008).

El Sello de Alimento Ecológico, como respaldo de una agricultura ecológica del país, no es de acuerdo a lo considerado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2007), sólo un símbolo, no es un logotipo, no es un signo de distinción de productos que con similares características durante todo su ciclo de vida permiten la preservación y conservación del medio natural y del ambiente. Este sello debe constituirse en potente medio de protección del ambiente, de punto de correlación de fuerzas entre la protección y el sistema de consumo-protección en el que se encuentra nuestra sociedad actual.

2.3. Enfoque de la reglamentación de los sistemas de producción agropecuarios ecológicos en Colombia y del Sello de Alimento Ecológico

La necesidad de una regulación que vinculará la promoción y posicionamiento de productos agropecuarios provenientes de una producción ecológica, la información para consumidores sobre los bienes y servicios ofertados, la inspección y certificación ambiental y el establecimiento de un sello diferenciador para productos ecológicos, llevó al Gobierno Nacional, en cabeza del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a establecer una normativa que promoviera la producción ecológica en Colombia y que a su vez respaldara en el

marco de la credibilidad y confianza las decisiones de los consumidores que prefieren estos productos.

Es así como en el año 2002, se expidió por parte del mencionado ministerio, la Resolución 00074 del 4 de abril de 2002 (hoy derogada por la Resolución 0187 /2006) en la que se establecía en el reglamento de producción ecológica, en el artículo 30 literal b) sobre "Etiquetado", el requisito de "llevar impreso, en un lugar visible el logotipo del Sello Producto Agropecuario Ecológico, reglamentado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural" (Resultados entrevista MADR).

Dicha resolución creó, por primera vez, el requisito del uso del sello distintivo de los productos certificados por el reglamento nacional de producción ecológica. Sin embargo, sólo hasta el 2004 a través de la Resolución 00148 del 15 de marzo de 2004, se crea oficialmente el Sello de Alimento Ecológico y con ella se adopta el reglamento para la producción primaria, procesamiento, empaçado, etiquetado, almacenamiento, certificación, importación, comercialización y se establece el Sistema de Control de Productos Agropecuarios Ecológicos en Colombia. Esta resolución aplica a consumidores de productos ecológicos (Biológico y/o orgánico, en adelante "Producto Ecológico", a los productos agropecuarios, acuícolas y pesqueros primarios y aquellos productos procesados que sean dirigidos a la alimentación humana, obtenidos de acuerdo con lo estipulado en el reglamento adoptado por la resolución 187 de 2006, y que han sido certificados por una entidad debidamente autorizada por el MADR, Resolución MADR 187 de 2006, art. 3), a los operadores (Persona física o jurídica que produzca, elabore, comercialice internamente, exporte e importe de terceros países, los productos contemplados en el artículo 2 de la resolución MADR 187 de 2006, con la finalidad a su comercialización, o que comercialice dichos productos, Resolución MADR 187 de 2006, art. 3), y a los organismos de control..

La resolución establece a través de la adopción del Reglamento, principios directrices, métodos y prácticas, tales como la delimitación de las unidades de producción agropecuaria ecológica y garantía de su integridad, la prohibición del uso de organismos vivos genéticamente modificados y de productos químicos de síntesis (Salvo previa autorización del organismo de control), cumplimiento de tiempos mínimos, almacenamiento separado de materias primas e insumos, transporte en envases o recipientes adecuados de para los pro-

ductos ecológicos, cumplimiento de la legislación sanitaria y ambiental vigente para el uso de agua, manejo de situaciones de emergencia y la certificación para la posterior comercialización de productos agropecuarios ecológicos, biológicos u orgánicos.

En lo que respecta al Sello de Alimento Ecológico de Colombia, la Resolución en mención, establece que, para su uso, las personas naturales o jurídicas que produzcan o procesen productos nacionales, deben cumplir con los requisitos referentes al método de producción, elaboración, etiquetado, lista de ingredientes y que además deben estar bajo lo estipulado por la Resolución MADR 148 de 2004. El operador podrá obtener la autorización del uso del Sello Único de Alimento Ecológico, siempre y cuando cuente con una certificación de producto ecológico.

Actualmente el marco normativo del Sello de alimento Ecológico en Colombia lo constituyen principalmente la Resolución 199 del 10 de agosto de 2016, la Resolución 036 del 14 de febrero de 2007, la Resolución 187 del 31 de julio de 2006 y la Resolución 148 del 15 de marzo de 2004, determinando así su enfoque de la reglamentación:

- Incorpora nuevas definiciones al ordenamiento jurídico colombiano.
- Crea el Sello de Alimento Ecológico, cuya propiedad industrial e intelectual es de la Nación Colombiana a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Instituye como propósitos del Sello de Alimento Ecológico: 1) promover la producción, comercialización y consumo de alimentos ecológicos obtenidos mediante sistemas de producción ecológica y 2) proporcionar al consumidor información oportuna, confiable y suficiente para diferenciar los productos agropecuarios ecológicos de los convencionales.
- Define el manual gráfico del Sello de Alimento Ecológico, conformado por el concepto, su descripción, texto y logo símbolo. Hasta la fecha se mantiene.
- Limita el ámbito de utilización del Sello de Alimento Ecológico para: 1) productos alimenticios agrícolas vegetales y/o pecuarios no transformados y los provenientes de aprovechamiento pesquero y acuícola, 2) productos procesados destinados a la alimentación humana derivados principalmente de los productos anteriormente nombrado, 3) produc-

tos alimenticios importados, de conformidad con el artículo 21 de la Resolución 0187 de 2006.

- Determina como entidades competentes para administrar (otorgar, negar, cancelar y/o prorrogar) el uso del Sello de Alimento Ecológico, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y a las entidades de certificación u organismos de control acreditados dentro del Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología y a su vez autorizadas por el MADR. Esta autorización cuyo alcance se limita a operar en Colombia y a administrar el uso del sello es revocable como también la otorgada a un solicitante para el uso del Sello de Alimento Ecológico.
- Establece un procedimiento y requisitos para autorizar al solicitante durante el periodo de vigencia de la certificación ecológica, el uso del Sello por producto certificado como ecológico por el organismo de control, que van desde la presentación de la solicitud por escrito ante la entidad competente, acompañada de la certificación ecológica expedida por la entidad acreditada por la Superintendencia de Industria y Comercio, hasta el otorgamiento de la autorización sin costo alguno.
- Promueve los planes de conservación de agua y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en materia de agua y vertimientos.
- Impone obligaciones y derechos al titular del sello.
- Instaure como causas de cancelación del Sello la solicitud del titular, el vencimiento del periodo de autorización de uso sin renovación y el incumplimiento de las obligaciones.

2.4. Estructura institucional asociada al Sello de Alimento Ecológico

La estructura institucional público-privada asociada a la autorización, aplicación, permanencia, seguimiento y control del Sello de Alimento Ecológico en Colombia, la conforman principalmente el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la Superintendencia de Industria y Comercio, los organismos de certificación y los operadores, como se muestra en la siguiente figura (Figura 1):

Figura 1. Esquema de Sistema de Control para la Agricultura Ecológica en Colombia.

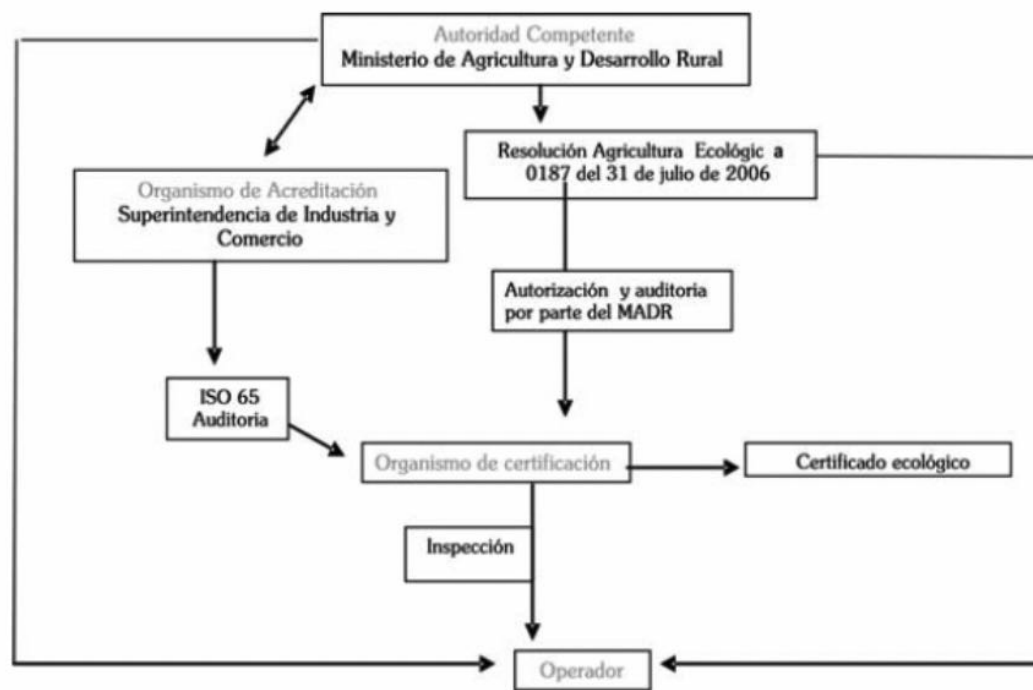


Figura 1. Esquema de Sistema de Control para la Agricultura Ecológica en Colombia.
Fuente: MADR, 2007.

2.4.1. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, como ente administrador del Sello y respaldo del mismo por parte del Gobierno Nacional, trabaja en alianza con otras entidades de carácter nacional e internacional para potencializar y visibilizar el uso del Sello de Alimento Ecológico.

En el marco de lo estipulado en el artículo 22 de la resolución 0187 de 2006, el MADR se ha articulado con las entidades del SNC, como son el ICA, MinSalud, INVIMA, MinAmbiente, MinComercio, Superintendencia de Industria y Comercio, Organismo Nacional de Acreditación- ONAC y certificadoras, todos en coordinación por parte del MADR como autoridad competente.

De otra parte, el Ministerio tiene asiento en la Mesa Sectorial de producción Agropecuaria Ecológica del SENA, en la cual se han logrado trabajar normas de competencias laborales y programas de formación asociados a la producción ecológica. En cuanto a acercamientos, el MADR los ha tenido con la Federación internacional de Movimientos de Agricultura

Orgánica- IFOAM, quien realizó un análisis de la normativa Colombiana de producción ecológica para determinar la equivalencia con sus estándares.

Bajo lo reglamentado por la Resolución 0187/2006, el MADR destaca como "productos agrícolas" con mayor tendencia a certificarse el café, el cacao, el azúcar y la panela, en contraste con el aceite de palma y el banano que son los productos destacados a nivel internacional.

Los departamentos con mayor número de operadores certificados (titulares de la certificación) son Cundinamarca, Valle del Cauca y Tolima. Sin embargo, bajo la modalidad de certificación grupal los departamentos que agrupan el mayor número de productores (un operador puede agrupar productores), son: Cesar, Magdalena, Santander, Cundinamarca y Cauca.

El MADR enfrenta retos que requieren de estrategias efectivas para afrontarlos. Uno de estos retos es el plagio del Sello por parte de productores no certificados y adicionalmente existen vacíos en el control de los productos importados ecológicos, los cuales deberían estar certificados y etiquetados con el Sello de Alimento Ecológico (Entrevista MADR). Por otra parte, el hecho de que el alcance del sello solo aplique a nivel Colombia desestimula su posicionamiento, ya que empieza a ser más atractivo para los productores certificarse con normas de carácter internacional. Sin embargo, en la agenda actual nacional se evidencia una proyección del Sello de Alimento Ecológico respaldada por las gestiones que a futuro permitirán materializar procesos de equivalencia de productos ecológicos con la Unión Europea y Canadá, y procesos de homologación de normas de productos ecológicos con Japón. Adicionalmente existe un proyecto de reglamento para derogar la resolución 0187 de 2006 y un proyecto de Ley 133 de 2016 por medio de la cual se promueve el desarrollo sostenible de la producción orgánica en Colombia y se dictan otras disposiciones, proyecto impulsado por el Representante a la Cámara Luis Fernando Urrego Carvajal y por el Senador Hernán Francisco Andrade Serrano.

2.4.2. Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)

Una segunda institución asociada al Sello de Alimento Ecológico, es la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), bajo el entendido que es quien otorga la acreditación a las entidades certificadoras mediante resolución.

Aunque el Sello de Alimento Ecológico es propiedad del MinAgricultura según lo dispuesto por la SIC para los signos y distintivos, la SIC ha venido trabajando de forma articulada con el SNC en las competencias y funciones relacionadas con la protección y engaño al consumidor, y con los reglamentos técnicos, considerando como principal reto frente al Sello, mayor control de los productos importados en el mercado para evitar engaño al consumidor.

2.4.3. Organismos de certificación de productos orgánicos

Los entes acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) para certificar a nivel nacional productos agropecuarios ecológicos bajo el Reglamento para la producción ecológica adoptado por la resolución 0187 de 2006, y autorizados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (específicamente por la Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria) para la administración del uso del Sello de Alimento Ecológico, son actualmente Certificadora Biotrópico S.A.S. (Acreditación ONAC 12-CPR-002, Resolución MADR No. 229 de 2017), BCS Öko Garantie Colombia S.A.S. (Acreditación ONAC 13-CPR-002, Resolución MADR No. 228 de 2017), ECOCERT Colombia Ltda. (Acreditación ONAC 10-CPR-006, Resolución MADR No. 227 de 2017) y CERES- Colombia S.A.S. (Acreditación ONAC 14-CPR-001, Resolución MADR No. 230 de 2017). La autorización de Control Unión Perú S.A.C. está en trámite y SGS- Colombia S.A.S. no ha renovado su autorización. Hasta la fecha, solo los cuatro primeros han otorgado certificaciones y el Sello.

Estos entes en el marco de su condición de certificadoras (ISO 17065), actúan de manera imparcial, neutral, técnica y ética, y consideran que acceder al uso del Sello de Alimento Ecológico trae los siguientes beneficios para los operadores:

- Diferenciación ante el consumidor.
- Mayores precios en los mercados especializados.
- Mayor productividad en muchas fincas orgánicas que han estabilizado su producción orgánica y altos rendimientos, por encima de los productos convencionales y con químicos.
- Garantía de procesos sostenibles mientras se mantenga el programa de certificación.

Para estos entes la principal forma de perder la certificación está asociada al no cumplimiento de los requisitos de la certificación y de la legislación 0187/2006 de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

2.4.4. Operadores

Son llamados operadores las personas naturales o jurídicas certificadas que obtienen el derecho al uso del Sello de Alimento Ecológico. Estos operadores han tenido diversos tipos de antecedentes como certificaciones de otro tipo que funcionan con mecanismos similares de cumplimiento de requisitos que respaldan una promesa de valor. Como caso particular, cuando Fedepanela se inició en el proceso de certificación con el Sello de Alimento Ecológico, los mercados colombianos aún no estaban preparados para asumir el reto por lo que hubo gran deserción después del primer año. Sin embargo, con los años se han preparado a los productores y los mercados han respondido.

Para junio de 2017, en Colombia los operadores llegaron a ser 137, distribuidos en 14 Departamentos (Valle del Cauca, Cesar, Boyacá, Cundinamarca, Tolima, Huila, Nariño, Caldas, Risaralda, Magdalena, Cauca, Antioquia, Quindío, Santander) y en Distrito Capital de Bogotá.

La Región Andina se convierte en la más representativa y competitiva en cuanto a operadores certificados con Sello de Alimento Ecológico autorizado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, destacándose el Departamento de Cundinamarca con 20 operadores (15%) y Bogotá, D.C., con 23 operadores (17%). Esta última cifra ha disminuido con respecto a años anteriores. En el 2013 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural cita a

más de 38 operadores certificadas con el Sello de Alimento Ecológico para Bogotá, D.C., esto se opone al pensamiento que el número es creciente, aun cuando en el Plan de Desarrollo 2015 – 2018 propone el crecimiento verde, el cual según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE (2011), “significa fomentar el crecimiento y el desarrollo económicos y, al mismo tiempo, asegurar que los bienes naturales continúen proporcionando los recursos y los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar”.

Con relación a la Región Pacífica se observa que su participación la tiene en segundo lugar con relación a las demás regiones naturales de Colombia, destacándose el Departamento del Valle del Cauca con 15 operadores (11%). Al analizar la Región Caribe se evidencia una preponderancia en la contribución en los departamentos del Magdalena con 11 operadores (8%) y Cesar con 8 operadores (6%). Regiones que a pesar de contar con gran variedad de recursos naturales como la Amazónica y la Orinoquia no evidencian su participación y contribución en este tipo de programas liderados por el MADR.

En cifras suministradas por el MADR (2017), en la mayoría de casos el perfil de los operadores orgánicos corresponde a los productores (69%), en otros casos son solo transformadores (44%); productores- transformadores (33%); comercializadores (25%); productores-transformadores- comercializadores (10%) o transformadores- comercializadores (9%). Frente al caso de los comercializadores se evidencia que las certificaciones se convierten en un valor diferenciador en un mercado altamente competitivo, lo que contribuye a que los productos que generan este tipo de certificaciones son más atractivos para mercados donde el cuidado del medio ambiente con procesos enmarcados en tecnologías limpias y ambientalmente sostenibles tienden a convertirse en la prioridad para clientes y consumidores.

Con relación a las cifras de producción ecológica, se registraron en el 2015 un total de 12.777 hectáreas certificadas y en proceso de conversión sólo para el reglamento nacional.

En conversaciones con organizaciones operadoras del Sello de Alimento Ecológico se evidencian dos intenciones, quienes pretenden renovar su certificación manteniendo el Sello

y quienes la consideran que ya no aporta valores agregados, pueden generar sobrecostos y prefieren desistir de la misma.

Para Labfarve es importante el sello y por esto mismo se piensa seguir con la certificación. A pesar de la competencia, por ejemplo, está llegando caléndula de la China a precios muy económicos y el campesino está desprotegido.

Para el caso de Fedepanela se espera que, a través de proyectos, se pueda aumentar la cantidad de panela certificada a 10.000 toneladas para el 2018. A medida que crece la producción de panela orgánica certificada se pueden cubrir más mercados. Actualmente existe un déficit entre la oferta y la demanda de panela orgánica ya que no se cuenta con toda la panela que se solicita. Caso contrario ocurre con Café Hacienda El Porvenir S.A.S., quienes a futuro creen no continuar con la certificación.

Está en las manos de los consumidores o demandantes de los productos orgánicos aumentar su solicitud para que la oferta se interese en producir orgánicamente y se certifique para un mercado. Pero esto obedece a factores como; incentivos, propaganda del gremio; del Gobierno; de los productores; y otros interesados en que crezca la agricultura orgánica.

Resultados:

3. Impacto en la aplicación del sello de alimento ecológico

3.1. Motivaciones de los operadores para apostarle a la certificación con el Sello de Alimento Ecológico- SAE

El Sello de Alimento Ecológico, adquirido voluntariamente para identificar a través de un símbolo a los productos obtenidos bajo el cumplimiento de requisitos normativos cuya certificación ecológica la otorga una empresa acreditada por la Superintendencia de Industria y Comercio y cuya autorización de uso es otorgada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, es atractivo para las empresas productoras de alimentos por las siguientes motivaciones:

- Es un sello que avala una producción ecológica acorde con las demandas y tendencias del mercado nacional e internacional.
- Es una alternativa de producción ambientalmente sostenible.
- Diferencia un producto convencional de un producto cuyas consideraciones productivas y características ecológicas estandarizadas se hacen visible para los consumidores, ya sea a través del mismo producto o de la información que lo acompaña en sus empaques, envases o etiquetas.
- Se presume que con el uso del Sello de Alimento Ecológico se mejora la competitividad y el crecimiento económico, teniendo en cuenta la evolución de los mercados de bienestar económico, social y ambiental.
- El estar certificados con el Sello de Alimento Ecológico le imprime a la organización un respaldo del gobierno nacional y de entidades acreditadas a nivel internacional que dan fe de la implementación de buenas prácticas de producción que se deben dar anterior a la obtención de Sello (Aunque este no esté equiparado a sellos internacionales de su categoría).
- Considera Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de calidad.
- El Sello es garante para aumentar el nivel de confianza generado en los consumidores frente a la adquisición de productos ecológicos.
- Representa un valor agregado para las materias primas garantizando un material orgánico fresco.
- Las certificadoras de carácter internacional acreditadas para certificar producción sostenible pueden dentro de sus alcances avalar prácticas para promover la exportación y generar apertura a mercados especializados.
- Promueve procesos de investigación para mejorar la producción orgánica.

3.2. Impacto (ecológico, económico y social) de la aplicación del Sello de Alimento Ecológico

Pese a que se reconocen impactos de la aplicación del Sello de Alimento Ecológico, en términos puntuales, las organizaciones certificadas no registran ni dejan evidencia en informes de esta medición por lo que se carece de información cuantitativa. Los impactos obtenidos de la implementación del Sello de Alimento Ecológico se ven reflejados en:

Impactos ecológicos:

- Mejoramiento de la finca productora.
- Protección de la biodiversidad y conservación de recursos naturales.

Impactos sociales:

- Generación de empleo.
- Inclusión.
- Desarrollo comunitario.
- Inclusión de prácticas de responsabilidad social empresarial.
- Clientes en el exterior quieren establecer contratos que les garanticen el producto al menos por un año, asegurando esto unas condiciones de trabajo sostenibles en el tiempo.

Impactos económicos:

- Buenas Prácticas de Manufactura con el consecuente ahorro para la organización.
- Clientes informados.
- Beneficios económicos que obtienen tanto productores como exportadores ya que el precio tiene un incremento que va entre el 20% y el 30% con respecto a lo convencional (caso panela).

- Apertura internacional de un mercado para los productos ecológicos, a través de las exportaciones, el aumento de clientes, y el posicionamiento.
- Crecimiento de las exportaciones. Es el caso de Fedepanela en la que creció la exportación de panela al mercado europeo. En el año 2014 se exportaron menos de 300 toneladas de panela a este mercado, actualmente (2017) hay requisiciones por más de 1500 toneladas.
- Respaldo por certificadoras de carácter internacional.
- A nivel gremial agrega valor al producto, éste se vende a un mejor precio y se obtiene un margen de utilidad mayor.

Discusión de resultados

Las principales limitaciones y retrocesos que han manifestado los operadores del Sello de alimento Ecológico, se recogen en las siguientes líneas:

- El sentir de algunas las organizaciones que aplican el Sello de Alimento Ecológico manifiesta que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural no presta apoyo. Es desde el Ministerio que se debe organizar y establecer una política, si no es así la gente no lo hace. Si se preguntan a productores de hortalizas limpias sobre certificadoras, posiblemente ellos no sabrán del tema. Este tema no es de debate abierto y la gente no le pone mucha atención. Solamente una elite muy pequeña lo hace, pues tienen el concepto.
- Para ciertos sectores los costos asociados a la certificación y posterior uso del Sello de Alimento Ecológico hacen inviables la oferta de productos en un mercado competitivo. A lo anterior se le suma que en el mercado se ofertan productos orgánicos que no requieren de una certificación para validar su condición, siendo una amenaza en precios para el producto certificado. Por ejemplo, Café Hacienda El Porvenir S.A.S., vende desde 2009 directamente a Japón, con sello JAS y RAINFOREST, también cuentan con el sello Nacional NOP y CE. Sin embargo desde el 2005 se inició un proceso de mejoramiento de calidad y hoy más del 50% se vende sin usar los sellos.

- Si bien han presentado casos de consumidores que reconocen diferencias del producto con la certificación, la demanda no varía. Frente a esta situación, comenta Lafarve: “Se tiene certificada una hectárea hace 5 años con CERTIFICADORA BIOTRÓPICO S.A.S. renovándola cada año. Lo que se percibe es que desde el consumidor no existe la cultura de la calidad del producto, y las tiendas no diferencian los productos, los ponen a competir en igualdad de condiciones, por tanto, la gente no le da el valor apropiado. Probablemente si se ponen sitios especializados, donde la gente reconozca los productos y características diferenciadoras, con un sistema de promoción bien definido para el sector orgánico, un sector de la población estaría dispuesto a pagar por esto”.
- Las instituciones privadas son aquellas que se han preocupado más por investigar en el tema y no necesariamente el Gobierno. Para el caso de Lafarve, hasta el momento en el laboratorio no ha llegado ningún contacto.
- Desde Fedepanela se considera que las limitaciones son principalmente de dos tipos: económicas y sociales. Las económicas son principalmente por el costo de la certificación, que ronda entre los \$9.000.000 y los \$12.000.000 (año 2017) dependiendo de múltiples factores (tamaño, número de asociados, ubicación, número de trapiches, etc.), ya que los productores paneleros (independientes y/o asociados) normalmente no cuentan con esta cantidad de dinero para pagar la certificación. Fedepanela, a través de proyectos ha conseguido financiar múltiples certificaciones a muchas asociaciones pero la demanda creciente hace que no se puedan apoyar a todas las asociaciones que están en proceso.
- Socialmente Fedepanela ha encontrado una resistencia al cambio por parte de los productores que por tradición han producido panela ya que para desarrollar y sostener mercados es necesario desarrollar primero a los productores en temas de inocuidad y calidad de producción lo que requiere capacitación e inversión económica para la adecuación de las plantas productoras. Además de la falta de visión empresarial que les permitirían la oportunidad de ingresos a nuevos mercados con productos de valor agregado.
- Otras opiniones consideran que las limitaciones han sido las certificadoras, los que aprueban las auditorías parecen extra terrestres y piden cosas poco prácticas.

- Se detectan como amenazas frente a la implementación del Sello de Alimento Ecológico el no poder cubrir la demanda de los mercados internacionales que crecen anualmente y las intenciones no genuinas de cuidado del medio ambiente.
- Falta de incentivación por parte del gobierno Colombiano Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ICA, no hay una política clara, y cuando la ha habido al cambiarse de gobierno cambia totalmente todo.
- Falta de incentivos para los agricultores orgánicos, para nada se les involucra en los grandes programas de desarrollo, se tiene solamente como una alternativa.
- Falta propaganda, publicidad de lo que es la agricultura orgánica, y la única publicidad que se consiguió en televisión para los alimentos orgánicos, se emitía a las 11:30^a de la noche cuando los consumidores que viven saludablemente y le gusta este tema están dormidos.
- Estar promocionando una tal “agricultura limpia” cuando esta agricultura limpia deja abiertas las puertas para productos de síntesis química que no se permiten en la agricultura orgánica, son retrocesos en este proceso, y esta promoción ejecutada por organismos del gobierno.
- El hecho de que Colombia haya admitido los transgénicos, es el peor error y la más grande amenaza para la agricultura orgánica en Colombia, caso del maíz transgénico: nuestras variedades que casi no se conocen, están en grave peligro de extinción total.
- El propio gobierno que no vigila el Sello y su uso solo ahora tiene una política para hacerlo, fue ese hecho una amenaza porque se perdió credibilidad frente al consumidor.
- La falta de promoción para la agricultura orgánica o ecológica o biológica que significa lo mismo, es una amenaza para el uso y manejo e implementación del Sello.
- BIOTRÓPICO S.A.S. considera que no hay una buena diferenciación en góndola pro estos mercados, falta promoción, falta difundir las bondades hacia el consumidor.

- El producto está “elitizado”, solo en estratos altos se encuentran estos productos, lo que lo convierte en exclusivo, y ofrece unas grandes ventajas para únicamente los comercializadores y muy pocas para el productor.

Conclusiones

- Un impedimento para la obtención de la certificación de producto ecológico es el desconocimiento del proceso y los costos asociados al trámite de la misma (pago a las empresas certificadoras que varía a partir de factores de ubicación de los sistemas de producción, número de personas, entre otros.), costos que son trasladados a las empresas productoras que en muchos casos son población sin posibilidad de pagar. Por anterior, empresas y comunidades rurales han optado por producir ecológicamente sin que un certificado sea quien lo respalde.
- Los productos certificados ecológicamente tienen un incremento en sus precios de venta que limita su competitividad y los relega a un mercado selectivo a nivel nacional. A nivel internacional los productos certificados aún son atractivos, sin embargo el Sello de Alimento Ecológico no cuenta con equivalencia internacional.
- Un producto bien valorado en el mercado por sus calidades y proceso productivo puede posicionarse a tal punto de no requerir ningún tipo de certificación ni de sello, caso en el cual, las certificaciones son un valor agregado inicial que con el tiempo se desdibuja y es reemplazado por los valores ya incorporados en el producto. Ej. Caso Café.
- Pese a las limitaciones en la aplicación del Sello de Alimento Ecológico, se reconocen como beneficios tangibles, al menos en su etapa inicial de implementación, las buenas prácticas de manufactura, la calidad en la producción, el mejoramiento de la finca productora, la apertura a nuevos mercados, clientes informados, y el incremento económico del valor del producto.

Se encuentra que las empresas que se están certificando con el sello de alimento ecológico para los últimos años está disminuyendo. A pesar de las directrices del plan de Desarrollo 2015 – 2018.

Es importante revisar el papel de las entidades, su función y el incentivo para aumentar las hectáreas de cultivo orgánico, pues aún se encuentra que el número de las mencionadas es bajo.

Se necesita realizar un trabajo conjunto con las empresas, y los consumidores, para fortalecer el papel del Sello de Alimento Ecológico.

Por último, la presente investigación, ofrece un marco de la implementación del Sello de Alimento Ecológico, y destaca la importancia de continuar con otros estudios, profundizando así, en los diferentes stakeholders, buscando mostrar un panorama aún más amplio, para lograr encontrar fortalezas y debilidades específicas las cuales sirvan de sustento para el fortalecimiento en la implementación del sello de Alimento Ecológico.

Agradecimientos

La información referenciada, fue construida gracias a los invaluable aportes de los operadores del sello de alimento ecológico Fedepanela, Labfarve y Café Hacienda El Porvenir S.A.S.; de las empresas certificadoras acreditadas BIOTRÓPICO S.A.S., SGS COLOMBIA S.A.S.; y de las instituciones del Estado Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural- MADR (Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria), Ministerio de Comercio, Industria y Turismo- MCIT (Dirección de Productividad y Competitividad) y Superintendencia de Industria y Comercio- SIC.

Referencias:

OCDE (2011). Hacia el crecimiento verde. Un resumen para los diseñadores de políticas. Recuperado el 20 de abril de 2016, de <http://www.oecd.org/greengrowth/49709364.pdf>

Arévalo, N.E., Quinche F. L. Los Ecosellos y Algunas Implicaciones Organizacionales. http://www.econ.uba.ar/www/institutos/secretaradeinv/ForoContabilidadAmbiental/resumenes/ArevaloGalindo_Los_Ecosellos.pdf

Asociación Española Para la Calidad. (2016). AEC. (Asociación Española Para la Calidad (AEC)) Recuperado el 20 de Mayo de 2016, de <http://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/certificacion-angel-azul>

Briceño, A.M. (2008). El sello de alimento ecológico como modelo alternativo del sello ambiental. Recuperado el 1 de mayo de 2016, de: http://portal.uexternado.edu.co/pdf/5_boletinDerechoVida/Boletin_DER_Y_VID_70_71.pdf

Coates, R. (2002). Estructplan on line. (E. C. Argentina, Productor). Recuperado el 20 de mayo de 2016, de <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=518>

Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 36 del 14 de febrero de 2007.

Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 187 del 31 de julio de 2006.

Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 148 del 15 de marzo de 2004.

Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 199 del 12 de agosto de 2016.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (1993). El sello de reconocimiento ambiental en Chile. CEPAL , Chile.

IICA. (2001). Comercio y Medio Ambiente Análisis de la Nueva Normativa (Vol. Edición Preliminar). Colombia: IICA.

ISO. (s.f.). Online Browsing Platform (OBP) - ISO. (ISO, Productor) Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14025:ed-1:v1:es>

Martínez, C. I. (2005). El eco-etiquetado a nivel mundial y su incidencia en Colombia. Revista Epsilon (5), 53 - 60.

Maya, S. D., & Molina Higuera, A. (2001). El etiquetado Ecológico. Pontificia Universidad Javeriana, Derecho Económico, Bogotá.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2013). Registro de operadores del Sello de Alimento Ecológico administrado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2005). La cadena de cultivos ecológicos en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2007. La agricultura ecológica en Colombia. Bogotá, 2007. Recuperado el 1 de mayo de 2016, de:
http://agronet.gov.co/www/docs_agronet/2007423154157_Articulo_agricultura%20ecologica%202007%20MADR%20.pdf

Norma Técnica Colombiana ISO. (2000). NTC - ISO 14021. (I. C. (ICONTEC), Ed.) Colombia: ICONTEC.

Norma Técnica Colombiana ISO. (2000). NTC - ISO 14024. (I. C. Certificación, Ed.) Colombia: ICONTEC.

PORTAFOLIO, 2006. Artículo “Qué es el Sello Ambiental y cómo se obtiene?”. Recuperado el 24 de abril de 2016, de:
<http://www.portafolio.co/economia/finanzas/sello-ambiental-obtiene-431720>

OCDE. (Mayo de 2011). Hacia el crecimiento verde Un resumen para los diseñadores de políticas. Recuperado el 20 de abril de 2016, de
<http://www.oecd.org/greengrowth/49709364.pdf>

Sampieri. R, H. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. México. Macgraw Hill, 634 pag.

Universidad Nacional de Colombia. (26 de mayo de 2014). Agencia de noticias. UNAL. (Universidad Nacional de Colombia) Recuperado el 08 de septiembre de 2015, de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/colombia-el-unico-pais-donde-decrece-la-agricultura-ecologica.html>

16

Modelamiento para calcular el potencial energético solar en una zona de radiación media alta.

Diego Buitrago Paternina, Nicolás Toro García, Belizza Janet Ruiz Mendoza

Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Colombia

Sobre los Autores:

Diego Buitrago Paternina: Ingeniero Mecatrónico de la Universidad de Caldas en el año 2014, Tecnólogo en electrónica de la Universidad de Caldas en el año 2010. Actualmente es candidato a Magister en Automatización Industrial en la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Docente catedrático de la Universidad de Caldas en la ciudad de Manizales. Investigador en energías renovables y desarrollo Auto sostenible, estimación del potencial energético para la inclusión de energías limpias en zonas altamente potenciales. Integrante del Grupo de Investigación en Recursos Energéticos “GIRE”, de igual manera es integrante del Grupo de Investigación en Potencia, Energía y Mercados “GIPEM”, ambos grupos correspondientes a la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Correspondencia: dbuitragop@unal.edu.co

Nicolás Toro García: Docente del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Computación. Doctor en Ingeniería en el año 2013 e Ingeniero Electricista en el año 1983 en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales respectivamente, Magister en Sistemas Automáticos de Producción realizado en la Universidad Tecnológica de Pereira en el año 1992. Su enfoque académico e investigativo se centra en la automatización

industrial, incluyendo el diseño, medición y análisis de redes, procesamiento digital de señales y bioingeniería. Líder del Grupo de Investigación en Recursos Energéticos (GIRE).

Correspondencia: ntoroga@unal.edu.co

Belizza Janet Ruiz Mendoza: Doctora en ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México en el año 2008. Magister en ingeniería en la Universidad Autónoma de México en el año 2004. Actualmente es docente de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales impartiendo los cursos de Generación de energía eléctrica, Política energética, Economía de la energía, y Regulación. Sus líneas de investigación están enmarcadas en energías renovables y política y economía de la energía, las cuales son desarrolladas en el Grupo de Investigación en Potencia, Energía y Mercados (GIPEM) del cual es líder.

Correspondencia: bjruizm@unal.edu.co

Resumen

El trabajo de investigación pretende estimar y evaluar los altos índices de radiación en la región del Magdalena Medio en Colombia. En la literatura académica se distinguieron cuatro métodos para la estimación de la radiación solar global mediante el uso de diferentes variables meteorológicas, las cuales hacen uso del brillo solar, la nubosidad, la temperatura y por último emplean otros parámetros meteorológicos. Se implementa un proceso estocástico de adquisición de datos meteorológicos y de radiación solar con el fin principal de estimar el potencial energético solar en la zona objeto de estudio. La elaboración del modelo requiere de un trabajo estadístico para la correlación de los datos adquiridos y se espera obtener un margen de error mínimo para la confiabilidad de los resultados, la elaboración de los gráficos y por último la discusión de los cálculos para la estimación de los niveles de radiación.

Palabras claves: Radiación, energía solar, parámetros meteorológicos, estimación, potencial energético.

Abstrac

Modeling to calculate the solar energy potential in a medium high radiation area

The research work aims to estimate and evaluate the high radiation rates in the Magdalena Medio region of Colombia. In the academic literature, four methods were distinguished for the estimation of global solar radiation through the use of different meteorological variables, which make use of solar brightness, cloudiness, temperature and, finally, use other meteorological parameters. A stochastic process for the acquisition of meteorological data and solar radiation is implemented with the main purpose of estimating the solar energy potential in the area under study. The elaboration of the model requires a statistical work for the correlation of the acquired data and it is expected to obtain a minimum margin of error for the reliability of the results, the elaboration of the graphs and finally the discussion of the calculations for the estimation of the radiation levels.

Key Words: radiation, solar energy, meteorological parameters, estimate, energetic potencial

Introducción

Mediante la percepción humana a través del tiempo y del cambio climático en la región del Magdalena Medio, se obtiene una visión clara del aumento de los niveles de radiación y de la temperatura ambiente, ocasionando sequias y eventualmente bajos niveles de agua en los embalses de las generadoras hidroeléctricas en el país, esto conlleva a la participación de las centrales térmicas en la generación de energía eléctrica dentro del sistema interconectado del país. Los altos costos de esta tecnología, ejercen un incremento en las tarifas de energía para los usuarios y también influye en la generación de gases de efecto invernadero. Debido a que estas funcionan con Gas, Carbón o Diésel generando un impacto ambiental.

La investigación se encamina para la estimación del potencial energético solar y la inclusión de energías renovables enfocado en el municipio de La Dorada del Departamento de Caldas, en el cual se ubicaron sensores para la adquisición de los datos meteorológicos y de radiación solar para el uso de la metodología con los modelos matemáticos en los cuales se basa el presente artículo (Besharat, Dehghan, & Faghih, 2013).

En el inicio de la investigación se tenía el problema de la falta de datos para la implementación de los modelos matemáticos. Sin embargo, actualmente se están recolectando los datos de temperatura, humedad relativa y radiación solar, a su vez se instaló un sistema fotovoltaico con sensores de corriente y voltaje para la evaluación de la generación energética a través de los niveles de radiación que se presenta durante cada día del año. Una vez obtenidos los datos diariamente, se realiza un estudio estadístico involucrando los modelos de temperatura propuestos principalmente por (Allen, Pereira, Raes, Smith, & Ab, 1998; Bristow, Keith L. Campbell, 1984).

Metodología

La metodología del trabajo de investigación se centra en la estimación de la radiación solar global propuesto por (Besharat et al., 2013). En la literatura expone múltiples modelos para la estimación de la radiación, pero debido a la falta de datos, se optó por implementar los modelos basados en Temperatura, aplicando una simulación matemática para luego obtener los resultados y realizar los gráficos correspondientes seguido de una discu-

sión de los datos, esperando obtener un margen de error mínimo para luego ejecutar una calibración y por último, realizar una validación y concluir con el proceso de la estimación de la radiación solar global.

Desarrollo

Se presenta a continuación los modelos que se optaron para implementar el desarrollo del trabajo de investigación aplicando la simulación matemática.

1.1 Modelos basados en temperatura

El objetivo principal del estudio de los modelos de temperatura es estimar la radiación solar global mediante el uso del cómputo de los datos recolectados diariamente y aplicándolos a los modelos que se exponen a continuación.

1.1.1 Modelo 1: Hargreaves Model

El modelo de Hargreaves y Samani es el principal modelo que se propuso en el año 1982 y recomendaron utilizar una simple ecuación para estimar la radiación solar utilizando solo las temperaturas máximas y mínimas.

$$\frac{H}{H_0} = a(T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \quad (1)$$

Inicialmente el coeficiente a fue indicado como 0,17 para las regiones áridas y semi-áridas. Hargreaves mas luego recomendó utilizar $a = 0,16$ para las regiones internas y $a = 0,19$ para regiones costeras. Una de las implicaciones de éste modelo para estimar la radiación solar global diaria se propone a continuación.

$$\frac{H}{H_0} = 0,16(T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \quad (2)$$

1.1.2 Modelo 2: Bristow and Campbell Model

Bristow and Campbell desarrollaron un simple modelo para la radiación solar global con una estructura diferente en el cual es una función exponencial de ΔT (Bristow, Keith L. Campbell, 1984).

$$\frac{H}{H_0} = a \left[1 - \exp(-b \Delta T^c) \right] \quad (3)$$

Donde ΔT es el término diferente de temperatura. Aunque los coeficientes a , b son empíricos. El coeficiente a representa la máxima radiación que se puede esperar en un día despejado y los coeficientes b y c controlan la velocidad en la cual a se aproxima como la aumento de la diferencia de temperatura.

1.1.3 Modelo 3: Allen Model

El modelo de Allen sugiere emplear un modelo de auto calibración para estimar la radiación solar global promedio mensual (Allen et al., 1998).

$$\frac{H}{H_0} = K_r (T_{\max} - T_{\min})^{0,5} \quad (4)$$

Anteriormente, Allen pronunció el coeficiente empírico K_r como una función de la relación de la presión atmosférica del sitio (P_s, kPa) y al nivel del mar ($P_0 101,3 P_a$).

$$K_r = K_{ra} \left(\frac{P_s}{P_0} \right)^{0,5} \quad (5)$$

Para el coeficiente K_{ra} empírico, Allen aconsejó valores de 0,17 para regiones interiores y 0,20 para regiones costeras. Allen reportó que la ecuación (5) tiene un mal funcionamiento para los sitios que tienen una elevación mayor a 1500 m.

1.1.4 Modelo 4: Donatelli and Campbell Model

El algoritmo de este modelo es similar en estructura al modelo de Bristow and Campbell model, teniendo en cuenta dos funciones correctivas principalmente en la temperatura mínima y media del aire (Bristow, Keith L. Campbell, 1984).

$$(a) \quad \frac{H}{H_0} = a \left[1 - \exp \left(-bf(T_{avg}) \Delta T^2 f(T_{min}) \right) \right] \quad (6a)$$

$$T_{avg} = \frac{(T_{max} + T_{min})}{2} \quad (6b)$$

$$f(T_{avg}) = 0,017 \exp \left(\exp(-0,053 T_{avg}) \right) \quad (6c)$$

$$f(T_{min}) = \exp \left(\frac{T_{min}}{C} \right) \quad (6d)$$

$$(b) \quad \frac{H}{H_0} = a \left[1 - \exp \left(-b \frac{\Delta T^c}{\Delta T_m} \right) \right] \quad (6e)$$

Donde ΔT_m es el promedio mensual (°C).

$$(c) \quad \frac{H}{H_0} = a \left[1 - \exp \left(-bf(T_{avg}) \Delta T^c \right) \right] \quad (6f)$$

$$f(T_{avg}) = 0,017 \exp \left(\exp(-0,053 T_{avg} \Delta T^c) \right) \quad (6g)$$

1.1.5 Modelo 5: Hunt et al. Model

Se propuso el siguiente modelo para la adición de otro coeficiente (b) para el primer modelo de Hargreaves and Samani (Hunt, Kuchar, & Swanton, 1998).

$$H = a(T_{max} - T_{min})^{0,5} H_0 + b \quad (7)$$

Éste modelo perfecciona el modelo de Bristow and Campbell agregando un término H_0 que permite escalar un factor para acomodar un mayor rango de valores H (Goodin, Hutchinson, Vanderlip, & Knapp, 1999).

$$\frac{H}{H_0} = a \left[1 - \exp \left(-b \left(\frac{\Delta T^c}{H_0} \right) \right) \right] \quad (8)$$

Los resultados demostraron que este modelo proporciona estimaciones precisas de la irradiación en sitios donde no son equipados instrumentalmente y que el modelo puede ser exitoso utilizándolo en sitios fuera del área de calibración (Almorox, Hontoria, & Benito, 2011).

1.1.7 Modelo 7: Thornton and Running Model

El método propuesto de éste modelo está basado en el estudio del modelo de Bristow and Campbell (Thornton & Running, 1999).

$$\frac{H}{H_0} = \tau_{t,\max} \tau_{f,\max} \quad (9)$$

Donde $\tau_{t,\max}$ es la máxima transmitancia total diaria (libre de nubes) en una ubicación con una elevación dada y que depende de la presión de vapor del agua en una superficie cercana en un día determinado del año. Donde $\tau_{f,\max}$ representa la proporción de $\tau_{t,\max}$ observado en un día dado (corrección de nubes).

1.1.9 Modelo 8: Meza and Varas Model

El modelo de Meza y Varas asumieron los coeficientes a, c , del modelo de Bristow and Campbell como coeficientes fijos y el único coeficiente b se ajustó para minimizar los errores cuadrados del modelo (Meza & Varas, 2000).

$$\frac{H}{H_0} = 0,75 \left[1 - \exp(-b\Delta T^2) \right] \quad (10)$$

1.1.9 Modelo 9: Winslow Model

El método propuesto por Winslow fue elegido como un modelo aplicado globalmente y la ecuación de predicción es la siguiente (Winslow, Hunt, & Piper, 2001).

$$\frac{H}{H_0} = \tau DI \left[1 - a \frac{e_s(T_{\min})}{e_s(T_{\max})} \right] \quad (11)$$

Donde $e_s(T_{\min})$ y $e_s(T_{\max})$ y son la presión del vapor saturado a la mínima y máxima

temperatura, respectivamente. La variable τ se considera como la transmitancia atmosférica y se estima a partir de la latitud del sitio, la elevación y el promedio de temperatura anual. La función DI corrige el efecto de las diferencias del sitio durante el día, el cual causa una variación entre el tiempo de la máxima temperatura (mínima humedad relativa) y la puesta del sol (Trnka, Žalud, Eitzinger, & Dubrovský, 2005).

La corrección durante el día (duración del día) DI se da aproximadamente por la siguiente ecuación.

$$DI = \left[1 - H_{day} - \frac{\left(\frac{\pi}{4}\right)^2}{2H_{day}^2} \right]^{-1} \quad (12)$$

1.1.10 Modelo 10: Weiss et al. Model

Éste modelo simplificó los modelos 4 y 6 de temperatura los cuales elaboró un método de calibración con un único parámetro b , mientras que los otros coeficientes a, c se fijaron cómo $a=0,75$ y $c=2$ (Weiss, Hays, Hu, & Easterling, 2001).

$$(a) \quad \frac{H}{H_0} = 0,75 \left[1 - \exp\left(-bf(T_{avg})\Delta T^2\right) \right] \quad (13a)$$

$$f(T_{avg}) = 0,017 \exp\left(\exp\left(-0,053T_{avg}\Delta T^2\right)\right) \quad (13b)$$

$$(b) \quad \frac{H}{H_0} = 0,75 \left[1 - \exp\left(-b\frac{\Delta T^2}{H_0}\right) \right] \quad (13c)$$

1.1.11 Modelo 11: Mahmood and Hubbard Model

El modelo estima la radiación solar diaria basado en las temperaturas ambiente máximas y mínimas diarias y propuso el siguiente modelo (Mahmood & Hubbard, 2002).

$$H = a(T_{\max} - T_{\min})^{0,69} H_0^{0,91} \quad (14)$$

$$H_{\text{mod}} = \frac{H - 2,4999}{0,8023} \quad (15)$$

Donde H_{mod} es la radiación solar estimada y corregida por un flujo sistemático basado en programación, sus unidades son en $MJ/ m^2 \text{ day}$.

1.1.12 Modelo 12: Chen et al. Model

El modelo presenta dos ecuaciones, una simple con un anexo a la ecuación principal de Hargreaves and Samani en el parámetro b y una segunda ecuación introduciendo un logaritmo a la ecuación principal (Chen, Ersi, Yang, Lu, & Zhao, 2004).

$$H = a \ln(T_{\max} - T_{\min}) + b \quad (16)$$

1.1.13 Modelo 14: Abraha and Savage Model

Este modelo puntualizó los coeficientes $a=0,75$ y $c=2$ en el modelo 4 de temperatura Donatelli and Campbell y propuso la siguiente correlación (Abraha & Savage, 2008).

$$\frac{H}{H_0} = 0,75 \left[1 - \exp\left(-b \frac{\Delta T^2}{\Delta T_m}\right) \right] \quad (17)$$

1.1.14 Modelo 15: Abraha and Savage, Weiss et al. Model

Este modelo reúne el conocimiento de ambos modelos y fijan el coeficiente $a=0,75$ en el modelo de Donatelli and Campbell y sugieren la siguiente relación (Abraha & Savage, 2008; Weiss et al., 2001).

$$\frac{H}{H_0} = 0,75 \left[1 - \exp\left(-bf(T_{avg})\Delta T^2 f(T_{\min})\right) \right] \quad (18)$$

1.1.15 Modelo 16: Almorox et al. Model

Un nuevo método se formula para estimar la irradiancia solar global diaria expresada en la siguiente ecuación (Allen, Pereira, Raes, & Smith, 2006; Almorox et al., 2011).

$$\frac{H}{H_0} = a(T_{\max} - T_{\min})^b \left[1 - \exp\left(-c(e_s(T_{\min})/e_s(T_{\max}))^d\right) \right] \quad (19)$$

Resultados

En la investigación se han obtenido algunos resultados ejecutados a partir de la recolección de los datos y que se muestra a continuación.

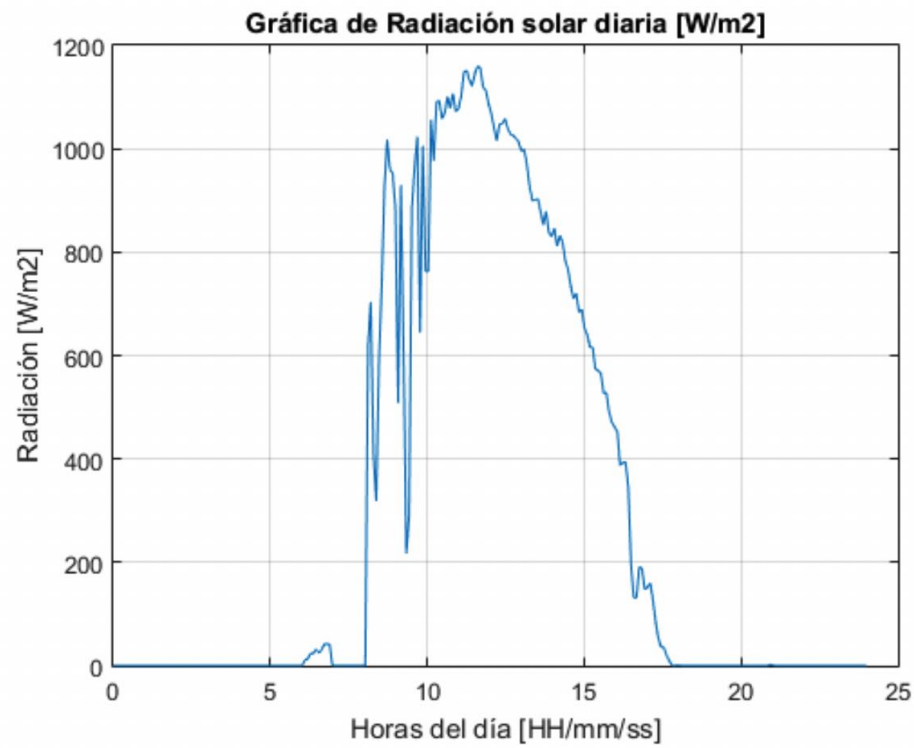


Figura 1: Gráfico de radiación solar diario del 1 de Noviembre del año 2017.

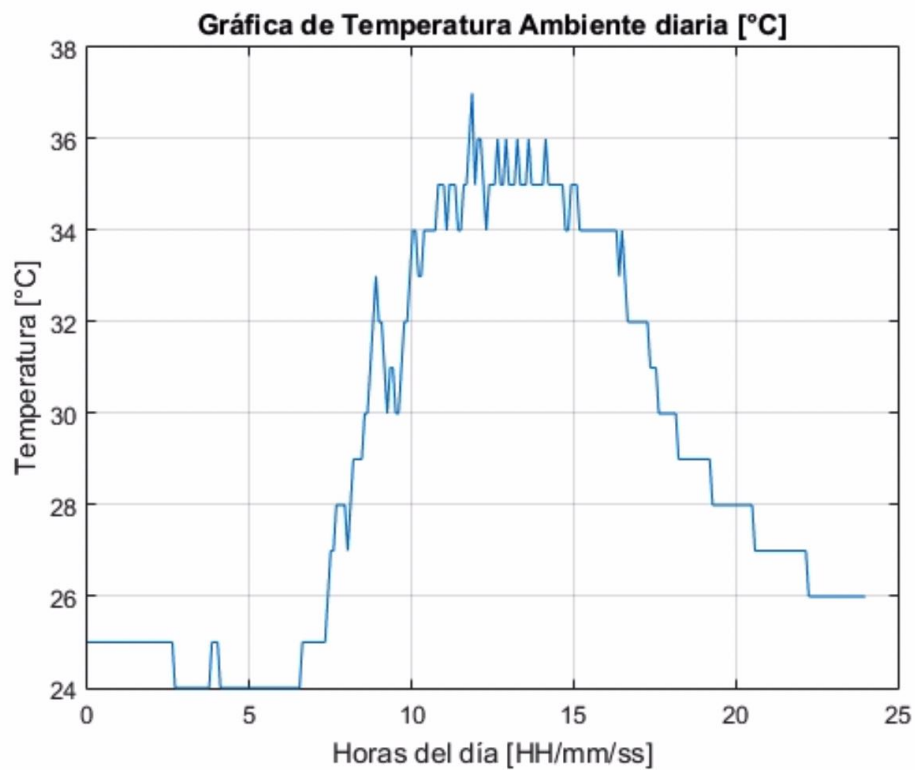


Figura 2: Gráfico de temperatura ambiente diario del 1 de Noviembre del año 2017

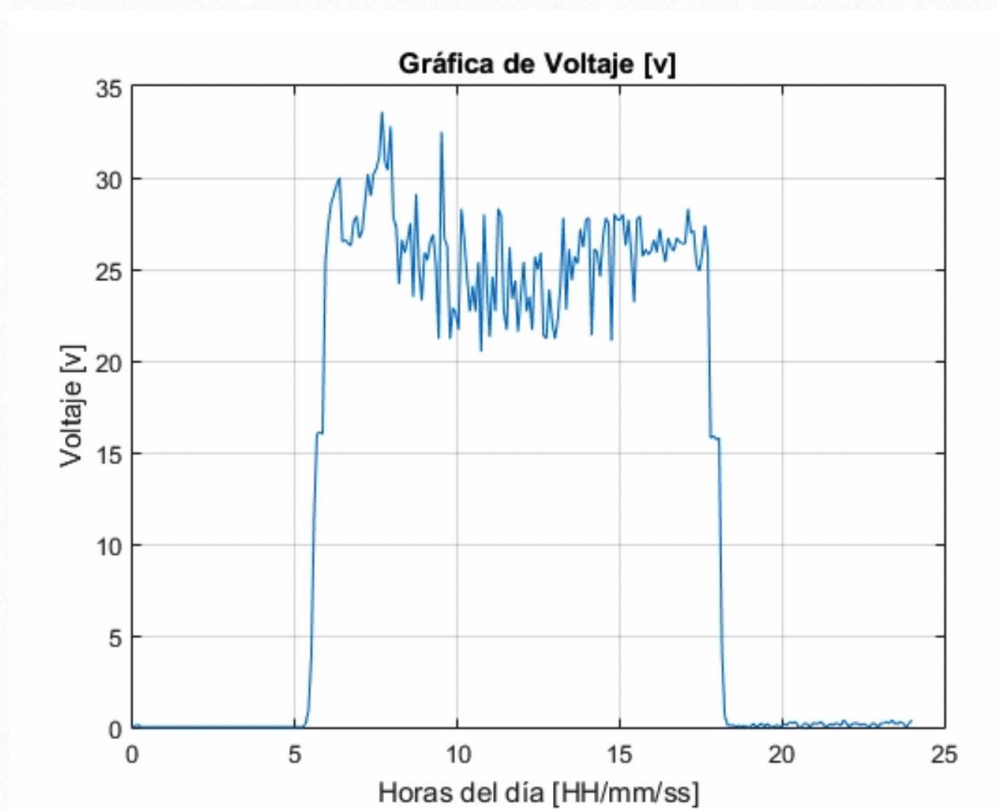


Figura 3: Gráfico del sensor de Voltaje en la generación energética.

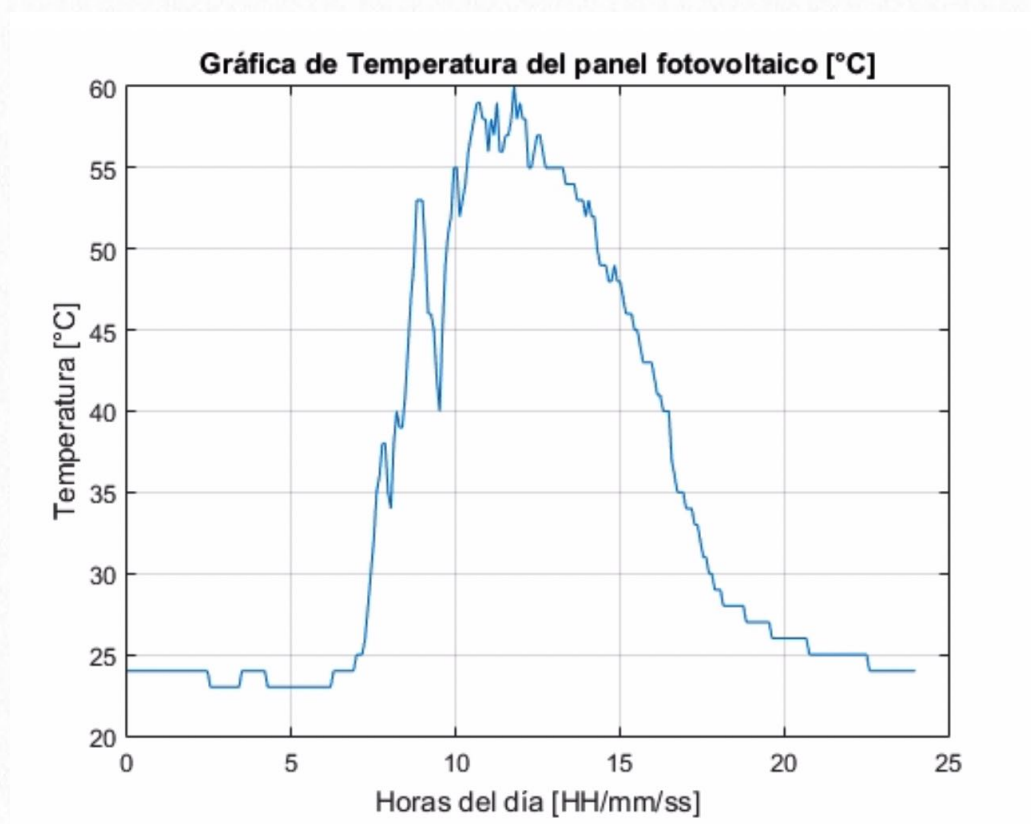


Figura 4: Gráfico del sensor de Temperatura del panel fotovoltaico.

Actualmente se está trabajando en los modelos de temperatura para la correlación de los datos adquiridos y efectuar la simulación de cada uno de los modelos que propuso (Besharat et al., 2013) y que están siendo objeto de la fase de estudio.

¿Qué es lo nuevo?

Se propone una nueva metodología como apoyo a la estimación de la radiación solar bajo la formulación de un panel fotovoltaico de 5 parámetros único diodo para la extracción de parámetros en el proceso de generación de energía eléctrica en la influencia de los niveles de irradiancia y temperatura dentro de un modelo estático del panel fotovoltaico y se propone el método de extracción de parámetros con solución numérica basado en características experimentales y basado en los datos de fabricación del panel (Sera, Teodorescu, & Rodriguez, 2007).

Solución Numérica

La gran mayoría de contribuciones científicas en la identificación de parámetros fotovoltaicos se basan en soluciones numéricas empleando normalmente los métodos iterativos. Las expresiones analíticas de los modelos de las fuentes fotovoltaicas son bastante complejas para la solución de los modelos ya que es difícil establecer unos resultados confiables, de tal manera se implementa las soluciones numéricas mediante procedimientos de ajuste en las curvas ya que conduce a resultados más precisos.

Cuando se utiliza un enfoque de tipo numérico, la elección de los valores iniciales de los parámetros del modelo es un problema inicial en la ejecución del algoritmo. El procedimiento para el cálculo de parámetros desconocidos se sitúa en la solución de las ecuaciones mediante los métodos iterativos, en éste caso hallar los parámetros desconocidos se utiliza el método de Newton Raphson para la solución numérica y la representación de la gráfica de Voltaje vs Intensidad del panel fotovoltaica mediante el ingreso de los valores de la hoja de datos del fabricante. Luego de obtener los resultados desconocidos y el gráfico, se centra a desarrollar el modelo para la caracterización del modelo de cinco parámetros único diodo.

La extracción de parámetros tiene dos formulaciones, la primera y la más común, es el modelo estático del circuito fotovoltaico, la segunda se basa en el modelo dinámico del circuito fotovoltaico; Se define la primera formulación del modelo estático para obtener una visión integral de la identificación de parámetros, simplificación, extracción y la analogía del

modelado en las gráficas de datos implicados en el sistema, inicializando las características principales fotovoltaicas e identificación del potencial energético.

La expresión matemática equivalente en el plano eléctrico, da una característica para las celdas fotovoltaicas una relación entre la Corriente/Voltaje (I-V), proveniente de la teoría de semiconductores. La ecuación principal describe analíticamente la característica I-V ideal de las celdas fotovoltaicas.

$$I = I_{ph} - I_{s1}(e^{qV/KT} - 1) - I_{s2}(e^{qV/2KT} - 1) \quad (20)$$

Donde:

I= Corriente del terminal de la célula PV.

V = Voltaje del terminal de la célula PV.

K = Constante de Boltzman= $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K.

q = La carga del electrón= $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

T = Temperatura de la Célula PV.

I_{s1} = Corriente de saturación oscura debido a la recombinación en la región cuasi-neutro.

I_{s2} = Corriente de saturación oscura debido a la recombinación en la región de carga espacial.

I_{Ph} = Corriente foto-generada, linealmente dependiendo de la radiación solar.

La corriente foto-generada y las corrientes oscuras de saturación son dadas dependiendo de la estructura de la célula, de las propiedades de los materiales y las condiciones de operación.

Dadas las características eléctricas de la célula fotovoltaica y el comportamiento dinámico asociado por las curvas I-V, se pueden definir los siguientes elementos que son materia de elaboración en el estudio del comportamiento del sistema:

- El punto de corriente de corto-circuito.
- El punto de voltaje en circuito abierto.
- El punto de máxima potencia.

Además, de los puntos citados anteriormente, existe un parámetro relevante para la eficiencia de los módulos fotovoltaicos y se define como el factor de relleno.

Los parámetros de extracción para el modelo matemático se realizan en función de la temperatura y de la irradiación incidente en los paneles fotovoltaicos. Es de suma importancia realizar un estudio detallado de estos fenómenos en la zona de inclusión de estudio del sistema solar. La entrada del sistema para obtener la caracterización y elaborar los conjuntos de parámetros importantes a fines de realizar el esquema como dimensionamiento del trabajo de investigación, el diseño e identificar el potencial energético solar.

Los 5 parámetros que definen el comportamiento de la fuente se describen a continuación:

I_{ph} = La corriente foto-generada.

I_{s2} = La corriente de saturación oscura debido a la recombinación en la región de carga espacial.

R_s = La resistencia en serie.

R_p = La resistencia shunt (Variable).

¿Es válido implementar esta metodología?

Es importante resaltar el valor de la estimación de la radiación solar global mediante la caracterización de un sistema solar fotovoltaico empleando el método de la extracción de pa-

rámetros del módulo fotovoltaico para la identificación y posteriormente a la simulación del modelo matemático. Es difícil implementar ésta metodología para la estimación de la radiación mediante métodos numéricos, se extiende el tiempo de trabajo y se duplica el esfuerzo de la investigación para la solución principal. De tal manera, es una opción que se puede trabajar para el diseño de la creación de una empresa de energía solar fotovoltaica obteniendo detalladamente datos y gráficos instantáneos a partir de la incidencia de los rayos solares a las células fotovoltaicas del panel efectuando el proceso interno de generación de energía eléctrica.

Referencias

Abraha, M. G., & Savage, M. J. (2008). Comparison of estimates of daily solar radiation from air temperature range for application in crop simulations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148(3), 401–416. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2007.10.001>

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje. <https://doi.org/M-56>

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., Smith, M., & Ab, W. (1998). Allen_FAO1998, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.12.001>

Almorox, J., Hontoria, C., & Benito, M. (2011). Models for obtaining daily global solar radiation with measured air temperature data in Madrid (Spain). *Applied Energy*, 88(5), 1703–1709. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.11.003>

Besharat, F., Dehghan, A. A., & Faghieh, A. R. (2013). Empirical models for estimating global solar radiation: A review and case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 798–821. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.043>

Bristow, Keith L. Campbell, G. S. (1984). On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*, 31(2), 159–166. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1923\(84\)90017-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0168-1923(84)90017-0)

- Chen, R., Ersi, K., Yang, J., Lu, S., & Zhao, W. (2004). Validation of five global radiation models with measured daily data in China. *Energy Conversion and Management*, 45(11–12), 1759–1769. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2003.09.019>
- Goodin, D. G., Hutchinson, J. M. S., Vanderlip, R. L., & Knapp, M. C. (1999). Estimating Solar Irradiance for Crop Modeling Using Daily Air Temperature Data. *Agronomy Journal*, 91(5), 845. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.915845x>
- Hunt, L. A., Kuchar, L., & Swanton, C. J. (1998). Estimation of solar radiation for use in crop modelling. *Agricultural and Forest Meteorology*, 91(3–4), 293–300. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(98\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(98)00055-0)
- Mahmood, R., & Hubbard, K. (2002). Effect of time of temperature observation and estimation of daily solar radiation for the Northern Great Plains, USA. *Agronomy Journal*, 94(4), 723–733. Retrieved from <https://dl.sciencesocieties.org/publications/aj/abstracts/94/4/723>
- Meza, F., & Varas, E. (2000). Estimation of mean monthly solar global radiation as a function of temperature. *Agricultural and Forest Meteorology*, 100(2–3), 231–241. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(99\)00090-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(99)00090-8)
- Sera, D., Teodorescu, R., & Rodriguez, P. (2007). PV panel model based on datasheet values, (4), 2392–2396.
- Thornton, P. E., & Running, S. W. (1999). An improved algorithm for estimating incident daily solar radiation from measurements of temperature, humidity, and precipitation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 93, 211–228. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(98\)00126-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(98)00126-9)
- Trnka, M., Žalud, Z., Eitzinger, J., & Dubrovský, M. (2005). Global solar radiation in Central European lowlands estimated by various empirical formulae. *Agricultural and Forest Meteorology*, 131(1–2), 54–76. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2005.05.002>
- Weiss, A., Hays, C. J., Hu, Q., & Easterling, W. E. (2001). Incorporating bias error in calculating solar irradiance: Implications for crop yield simulations. *Agronomy Journal*, 93(6), 1321–1326. <https://doi.org/10.2134/agronj2001.1321> Winslow, J. C., Hunt, E. R., & PipeS.

C. (2001). A globally applicable model of daily solar irradiance estimated from air temperature and precipitation data. *Ecological Modelling*, 143(3), 227–243.
[https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00341-6](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00341-6)

17

Metodología para la viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite con técnicas Speckle dinámico

Jaidy Marjorie Jácome Lindarte, Cesar Orlando Torres Moreno, Fabio Vega Nieto
Investigadores Laboratorio de Óptica e Informática, Universidad Popular del Cesar,
Colombia

Sobre los autores

Jaidy Marjorie Jácome Lindarte: Estudiante de Maestría en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación, Joven Investigador Colciencias-Universidad Popular del Cesar. Mentor MINTIC Convocatoria Descubrimiento de Negocios TIC. Experiencia en docencia, investigación, emprendimiento y TIC.

Correspondencia: jmjacome@unicesar.edu.co

Cesar Orlando Torres Moreno: Doctor en Ciencias Naturales (Física), Decano Educación Universidad Popular del Cesar, Director Regional de la Maestría Ciencias Físicas y Coordinador Institucional del Doctorado en Ciencias Físicas del Sistema Universitario Estatal del Caribe Colombiano-SUE Caribe, Investigador Senior categorizado por Colciencias, experiencia Docencia Universitaria desde 1984.

Correspondencia: cesartorres@unicesar.edu.co

Fabio Vega Nieto: Magister en Optomecatrónica del Centro de Investigaciones en Óptica México, experiencia Docencia Universitaria desde el 2007 e investigador activo de la Universidad Popular del Cesar, investigador asociado avalado por Colciencias.

Correspondencia: fabiovega@unicesar.edu.co

Resumen

Esta investigación expone una metodología que permitió estudiar la viabilidad de germinación de semillas de palma utilizando técnicas de Speckle dinámico. Constó de tres fases: aplicación de técnicas de speckle y sus descriptores, análisis de las técnicas de procesamiento digital de imágenes aplicado a speckle, y obtención de curvas experimentales características de germinación en semillas de palma de aceite. Las semillas fueron iluminadas por una fuente de láser de helio-neón de 7 mW con longitud de onda de 632,8 nm; los patrones de speckle fueron grabados por una cámara digital y se almacenaron para su posterior análisis. El patrón de Speckle consiste en una serie de puntos de diferentes tamaños y formas que se pueden observar al iluminar con luz láser una superficie ópticamente rugosa. Cuando el material que se ilumina, tiene alguna actividad, este patrón se conoce como speckle dinámico o biospeckle. La variación de este patrón nos permitió determinar en el caso de semillas, la actividad biológica que estas presentaron. Se observó que las actividades de las semillas se pueden distinguir como semillas viables y semillas no viables, por lo que se concluye que speckle sirve para evaluar la viabilidad de semillas.

Palabras Claves: Speckle, germinación, láser, palma de aceite, semilla.

Methodology for the viability of germination of oil palm seeds with dynamic Speckle techniques.

Abstract

This research exposes a methodology that allowed to study the viability of palm seed germination using Dynamic Speckle techniques. It consisted of three phases: application of speckle techniques and their descriptors, analysis of digital image processing techniques applied to speckle, and obtaining experimental curves characteristics of germination in oil palm seeds. The seeds were illuminated by a 7 mW helium-neon laser source with a wavelength of 632.8 nm; Speckle patterns were recorded by a digital camera and stored for later analysis. The Speckle pattern consists of a series of points of different sizes and shapes that can be observed by illuminating an optically rough surface with laser light. When the material that is illuminated has some activity, this pattern is known as dynamic speckle or biospeckle. The variation of this pattern allowed us to determine in the case of seeds, the biological activity

that these presented. It was observed that the activities of the seeds can be distinguished as viable seeds and non-viable seeds, so it is concluded that speckle serves to evaluate the viability of seeds.

Keywords: Speckle, germination, laser, palm oil, seed.

Introducción

Las semillas de palma de aceite, al igual que cualquier tipo de semilla, pueden resultar germinables o no germinables. La técnica de speckle permite evaluar la actividad biológica de semillas y por consiguiente determinar la viabilidad de germinación de estas. Cuando las semillas son iluminadas con luz láser, la luz dispersa, presenta una distribución de intensidad particular, que consiste en puntos que se alternan entre oscuros y brillantes de formas variables y distribuidas de forma aleatoria, lo cual se conoce como un patrón speckle (Vega, Torres, & Oliveros, 2014, p.2). Si la superficie posee alguna actividad, se produce un patrón de speckle llamado speckle dinámico, en este tipo de speckle, los puntos varían su intensidad y su forma a lo largo del tiempo.

La actividad aparente de biospeckle es el resultado del movimiento físico de las partículas dentro de las células y se ve afectada por la variación de la absorción de la luz por los pigmentos de los tejidos. Por lo tanto, la actividad de biospeckle puede proporcionar información sobre diversos procesos vivos que ocurren dentro de una célula. (Zdunek, Adamiak, Pieczywek, & Kurenda, 2014, p.277).

Los beneficios que ofrece Speckle, han impulsado su uso para evaluar diferentes materiales biológicos, controlar la calidad de cultivos agrícolas, detectar enfermedades en frutas, determinar la viabilidad de semillas, entre otras. Esto se debe además, a que presenta mayor rapidez en tiempo de respuesta en comparación con otras técnicas, es no invasiva ni destructiva, y es efectiva.

En esta investigación se ha empleado para determinar la viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite, para lo cual se ha hecho necesario estudiar todo lo relacionado con dicha semilla, su germinación, condiciones de humedad, oxígeno y temperatura, estados de desarrollo, comercialización; así como también, la técnica de speckle y sus descriptores, métodos gráficos y numéricos, técnicas de procesamiento digital de imágenes, montajes ópticos, obtención de datos experimentales de evolución temporal de Speckle, entre otros. La palma de aceite tuvo su origen en el Golfo de Guinea, es uno de los cultivos capaz de producir mayor cantidad de aceite por unidad de superficie; su producción mundial alcanza los 3.000 millones de toneladas métricas (Cantillo, 2010). Es un cultivo tan próspero, pero su preparación tarda tanto, que esta técnica aceleraría la producción.

La palma de aceite a través de sus múltiples beneficios ha cobrado cada vez mayor relevancia por sus aportes al desarrollo de diferentes industrias como la agroalimentaria, química, cosmética, alimentación animal y más recientemente agro combustibles. “Los principales productores de aceite son Malasia, con el 53% de la producción mundial; Indonesia, con el 23,9%; Nigeria, con el 5,3%; Costa de Marfil, con el 2,5%; y Colombia, con el 2,4%” (FAO, 2017). Colombia ocupa una posición ventajosa en el mundo y América Latina, ubicándolo como potencia en el desarrollo de esta industria.

Colombia es el primer productor de palma de Aceite en América Latina, y el cuarto en el mundo; hoy existen más de 270.000 hectáreas en 73 municipios del país. Los departamentos que poseen más área sembrada en palma de aceite son: Nariño, Meta, Casanare, Santander, Cesar y Magdalena (Arboleda, 2008, p.120). Lo anterior demuestra un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo, y un gran potencial en la producción de palma y sus derivados.

Para la germinación de la semilla de palma de aceite se requieren condiciones especiales de humedad, oxígeno y temperatura; por lo general, estas semillas tardan suficiente tiempo en germinar, por esto, son sometidas en germinadores de aire caliente, con suministro de oxígeno y humedad. Normalmente, pasan por un período de sesenta a ochenta días, donde son precalentadas, sumergidas en agua durante y guardadas en bolsas plásticas selladas, para después ser puestas durante un mes a temperaturas de 40°C y a una humedad del 22% (ICA, 2006). Esto revela la gran cantidad de tiempo que requieren las semillas de palma de aceite, y que a pesar de que se le invierta suficiente trabajo y esfuerzo, muchas de estas resultarán no germinables.

En general, la germinación de un lote de semilla se da después de un mes luego de la finalización del proceso de calentamiento, de esta forma ya quedan listas para ser sembradas en los pre-viveros entre los quince a veintiún días después de que el embrión ha sido emitido. Las semillas que no germinan en 45 días, deben descartarse (ICA, 2006, p.6)

Adicional a lo anterior, en el cultivo de la palma de aceite “se presentan dificultades en la germinación, debidas bien a una fuerte latencia (reposo que se presenta después de la cosecha) o la baja viabilidad de las semillas dependiendo del material” (Plata-rueda, Mauri-

cio, & Diaz, 2006). La latencia en semillas es un estado de inviabilidad de germinación, aun cuando cuente con todas las condiciones necesarias.

Las semillas de palma de aceite son comercializadas en dos estados de desarrollo: diferenciada y punto blanco. La semilla en estado diferenciada, es la semilla germinada que cuenta con plúmula y radícula visible; este tipo de semilla se comercializa especialmente con compradores de lugares cercanos. La semilla en estado punto blanco, es la semilla germinada en la que la cabeza del embrión apenas se encuentra en desarrollo y es poco visible; este tipo de semilla se utiliza con mayor frecuencia cuando los compradores son de lugares distantes y necesitan transportar semillas por largas horas.

Según el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, en Colombia sólo puede vender la semilla de palma de aceite que germine por encima del 90% (ICA, 1999, p.5). Un proceso muy conocido y usado para certificar semillas, es la prueba con Tetrazolio, la cual permite conocer si la semilla germinará. La prueba de tetrazolio, es una prueba bioquímica de viabilidad de semillas usada muy comúnmente, que puede tardar más de 15 días; consiste en la aplicación de sales de tetrazolio a semillas, las cuales al entrar en contacto con la sal, sus tejidos vivos se tiñen de un color rojo, lo que indica que dicha semilla es viable, pero por el contrario, si no hay reacción al tetrazolio, es porque los tejidos están muertos, y por consiguiente son no viables (Aguirre y Peske, 1988). Por esto es importante realizar investigaciones que permitan identificar con buena precisión cuales semillas de palma de aceite son viables para la germinación, ya que ayuda al aumento en la eficiencia del cultivo, además, reduce costos y tiempo a los cultivadores, quienes mediante la técnica de speckle dinámico garantizarían en gran manera una cosecha de fruto alrededor del 100%. Este trabajo propone el desarrollo de una metodología para la determinación del porcentaje de germinación de las semillas de palma de aceite usando técnicas speckle dinámico, lo que permitirá reducir el tiempo de obtención de resultados, de días a cuestión de minutos.

Un patrón de speckle es un patrón de intensidad producido por la interferencia mutua de un conjunto de frentes de onda (Rabal y Braga, 2009). Este fenómeno ha sido investigado por científicos desde los tiempos de Newton, pero desde la invención del láser se han encontrado una diversidad de aplicaciones.

Los patrones de speckle se producen por diferentes factores, dependiendo del material que lo componga. “En el caso de los materiales botánicos, las fuentes de actividad biospeckle corresponden a movimientos brownianos y los procesos biológicos tales como ciclosis, crecimiento, transporte, etc.” (Zdunek et al., 2014, p.277). En esta investigación, se analizan semillas de palma de aceite; y la actividad producida corresponde al movimiento biológico de la semilla producto del proceso de germinación.

Metodología:

Durante muchos años, el fenómeno de Speckle ha sido investigado e implementado por científicos como Newton, Von Laue, Schiffner, entre otros; pero logró cobrar importancia desde la invención del láser, permitiendo utilizarlo en una variedad de aplicaciones tanto en materiales biológicos como semillas (Braga et al., 2003), hongos (Braga et al., 2005), frutos (Pajuelo et al., 2003), flujo sanguíneo (Dunn, Bolay, Moskowitz & Boas, 2001), parásitos (Pomarico et al., 2004), bacterias (Murialdo et al., 2009), films biológicos (Farrokhi et al., 2017), plantas (Ansari, Mujeeb & Nirala, 2018), semen (Carvalho, Barreto, Braga & Rabalo, 2009); como en materiales no biológicos como el secado de pinturas (Yamaguchi, Yokota, Ida, Sunaga & Kobayashi, 2007), control de geles (Cabello, Bertolini, Amaya, Arizaga & Trivi, 2008), espumas (Gittings & Durian, 2006), corrosión (Andrés et al., 2008), eflorescencia (Zanetta & Facchini, 1993), etc. Con semillas, la técnica de speckle dinámico fue propuesta como un nuevo tipo de método de prueba vigor alrededor de los años 1999 (Arizaga, Trivi, & Rabal, 1999) y en la actualidad es altamente implementada, ya que además de su eficiencia, tiene como ventaja, que es una técnica no destructiva ni invasiva, por lo que se puede utilizar durante todos los procesos de germinación para las muestras de semillas (Rabal y Braga, 2009).

Esta investigación es de tipo experimental con enfoque analítico y descriptivo, con una muestra de 6 semillas de palma de aceite. Se llevó a cabo en 3 fases, aparte del desarrollo e implementación experimental del montaje óptico de Speckle dinámico: obtención experimental de curvas de actividad biológica, obtención de datos experimentales de evolución temporal de Speckle, y obtención de curvas experimentales y porcentajes de germinación de las semillas certificadas de aceite de palma.

El Estudio detallado de técnicas de speckle dinámico permitió el desarrollo e implementación experimental del montaje óptico de speckle dinámico. El estudio y desarrollo de técnicas de speckle dinámico aplicado a productos vegetales marcó la ruta para la obtención experimental de curvas de actividad biológica en vegetales. La caracterización de la evolución temporal de Speckle dinámico utilizando la matriz de co-ocurrencia conllevó a la obtención de datos experimentales de la evolución temporal de Speckle (Lu, Tian, Gledhill & Ward, 2006). El Estudio comparativo de viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite permitió la obtención de curvas experimentales y porcentajes de germinación de semillas certificadas de aceite de palma.

Las semillas de palma de aceite estudiadas en esta investigación, fueron producidas por el CIRAD (Centre de Cooperación Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) en sus estaciones de producción de semillas de Indonesia, Costa de Marfil, Benin y Colombia; y germinadas en Cumaral Meta. Semillas Elite de Palma para las Américas S.A.S. - SEPALM (Semillas La Cabaña) es el distribuidor exclusivo del CIRAD para Colombia, Venezuela y Centro América, quienes garantizan gran resistencia de estos cultivos a enfermedades fitosanitarias como Fusariosis en África, Ganoderma en Asia y Pudrición del Cogollo en América. Más específicamente, Deli x Yangambi, fue la variedad de semilla evaluada, la cual se caracteriza por ser la variedad más precoz entre las que ofrecen, con racimos relativamente grandes, crecimiento homogéneo en el vivero y en la plantación, y producción estable en la edad adulta.

Cuando una superficie ópticamente rugosa se ilumina con luz láser, la luz dispersa presenta una distribución de intensidad particular, haciendo que la superficie parezca cubierta con una estructura granular fina. Esta estructura, que consiste en puntos alternativamente oscuros y brillantes de formas variables, y distribuidos de forma aleatoria se conoce como un patrón speckle. Si la superficie posee alguna actividad, por ejemplo, frutas, secado de pintura, muestra biológica; se produce un patrón de speckle llamado speckle dinámico, en este tipo de speckle, los puntos o granos varían su intensidad y su forma a lo largo del tiempo (Vega et al., 2016). Speckle es un patrón de intensidad aleatorio producido por muchas ondas de luz de diferente fase y amplitud pero con la misma frecuencia. Durante las etapas iniciales del desarrollo del láser esto se consideró un ruido ya que produce imágenes de tipo granulado o brillante (Braga, 2017, p.3).

Existen diferentes métodos, tanto numéricos como gráficos que permiten analizar el patrón de speckle. Entre estos métodos se encuentran: Momento de inercia que se basa en el cálculo de la segunda matriz de coocurrencia en el historial de tiempo de los patrones de speckle (Ansari & Nirala, 2013), el método diferencias generalizadas (Arizaga et al., 1999) se puede aplicar para mostrar la actividad de la muestra Historial de Tiempo del Patrón Speckle (THSP) (Braga, Silva, Sáfadi & Nobre, 2008), diferencia de histogramas (Fernández, Mavilio, Rabal & Trivi, 2003), transformada de Fourier (Sendra, Arizaga, Rabal & Trivi, 2005), correlación (Lecompte et al., 2006), morfología matemática difusa (Blotta, Bouchet, Brun & Ballarin, 2013), análisis de componentes principales (Ribeiro, Braga Jr, Horgan, Ferreira & Sáfadi, 2014), entre otros. En esta investigación se estudian el método THSP combinado con el de autocorrelación.

Análisis de resultados o Desarrollo

Obtención de datos experimentales de evolución temporal de Speckle

Uno de los métodos que permite caracterizar la actividad de los patrones de Speckle dinámico producidos por la iluminación con luz altamente coherente, como la luz láser, es el denominado Historial del Tiempo del Patrón de Speckle (THSP). Para cada estado del fenómeno que se evalúa, las imágenes sucesivas de patrón de speckle se registran mediante una cámara CCD. Cada imagen se digitaliza a niveles de grises de 8 bits, y solo una columna, por ejemplo, la del medio, se almacena en la memoria del capturador de fotografías. Luego se compone una nueva pseudoimagen configurando cada columna una al lado de la otra. Una nueva imagen se conforma cuando el número de columnas completa una imagen, proporcionando una matriz con valores de $m \times n$, donde m representa las líneas, o el historial de tiempo, de cada píxel de la columna n tomada de cada patrón de speckle. La nueva imagen ofrece información sobre la evolución temporal del patrón de speckle deseado en cada línea, y se denomina historia de tiempo del patrón de speckle.

En el caso de semillas, la actividad de la muestra aparece como cambios de intensidad en la dirección horizontal a lo largo de las filas; cuando la semilla presenta baja actividad, las variaciones del patrón de Speckle son lentas y el THSP muestra una forma horizontalmente alargada. En el límite, cuando la semilla está muerta, el THSP no muestra variaciones en su patrón de actividad. Por el contrario, cuando la semilla tiene alta actividad, el THSP

muestra variaciones rápidas de intensidad, tal como el propio patrón espacial de speckle (Men, Yan & Qian, 2015). Lo anterior, permite concluir que “los cambios en la superficie se pueden monitorear al correlacionar los cambios registrados a lo largo de la dirección horizontal de la imagen THSP” (Sánchez et al., 2010, p.519). A mayor variación horizontal, mayor actividad.

Obtener una función de correlación para el procesamiento de señales, para analizar funciones o series de valores como señales de dominio de tiempo, que proporcionan una relación mutua entre dos o más variables aleatorias es un método empleado frecuentemente. “La correlación de imagen digital es una técnica de luz blanca basada en la comparación de imágenes antes, durante y después de la deformación de una muestra de prueba, típicamente adquirida usando una cámara CCD” (Crammond, Boyd & Dulieu, 2013, p.1). Esta función de autocorrelación normalizada puede ajustarse por disminución exponencial, o como una curva Gaussiana.

Inicialmente, la función de autocorrelación se puede considerar estadísticamente como una función característica (Chu, 1991) definida como:

$$G(t) = \exp\left(\sum_{i=1}^{\infty} \frac{K_n}{n!} (it)^n\right); \quad (1)$$

Donde K_n son los llamados cumulantes o semi-invariantes de la función $G(t)$. En este caso $G(t)$ es la autocorrelación media normalizada del THSP. Los coeficientes altos corresponden a los fenómenos muy activos y viceversa. En esta distribución, el coeficiente K_1 es indicativo de la disminución exponencial decreciente, K_2 está relacionado con el ancho recíproco del componente Gaussiano, K_3 y los siguientes coeficientes, corresponden a los anchos de los componentes hipergaussianos.

Para calcular la correlación cruzada de la matriz, si la matriz A tiene dimensiones (M_a, N_a) y la matriz B tiene dimensiones (M_b, N_b) , la ecuación para la correlación cruzada discreta bidimensional es:

$$C(i, j) = \sum_{m=1}^{Ma-1} \sum_{n=1}^{Na-1} A(m, n) [B^*(m+i, n+j)]; \quad (2)$$

Donde $0 \leq i \leq (Ma+Mb+1)$ y $0 \leq j \leq (Na+Nb+1)$ y el coeficiente de correlación entre una imagen y el mismo tamaño de imagen es:

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\left[\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 \right] \left[\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2 \right]}}; \quad (3)$$

Donde \bar{A} y \bar{B} son medios de los elementos de la matriz de (A) y (B), y (m, n) son la posición del píxel.

Montaje experimental

El montaje experimental utilizado para los métodos de correlación cruzada se muestra en la Fig. 1. Las semillas fueron iluminadas por una fuente de láser de Helio-Neón de 7 mW de baja potencia expandido con longitud de onda de 632,8 nm, como luz coherente; se empleó también un difusor, un atenuador y un diafragma, para evitar saturar el sensor de la cámara. Los patrones de Speckle fueron grabados por una cámara de dispositivo de carga pareja de color digital y se almacenaron en el ordenador central para su posterior análisis en MATLAB IDE (software matemático, se usó una versión demo). Para que el efecto de la irradiación en la muestra de semillas de palma fuera despreciable, se usó una baja intensidad de iluminación y una superficie color negro para un mejor procesamiento estadístico.

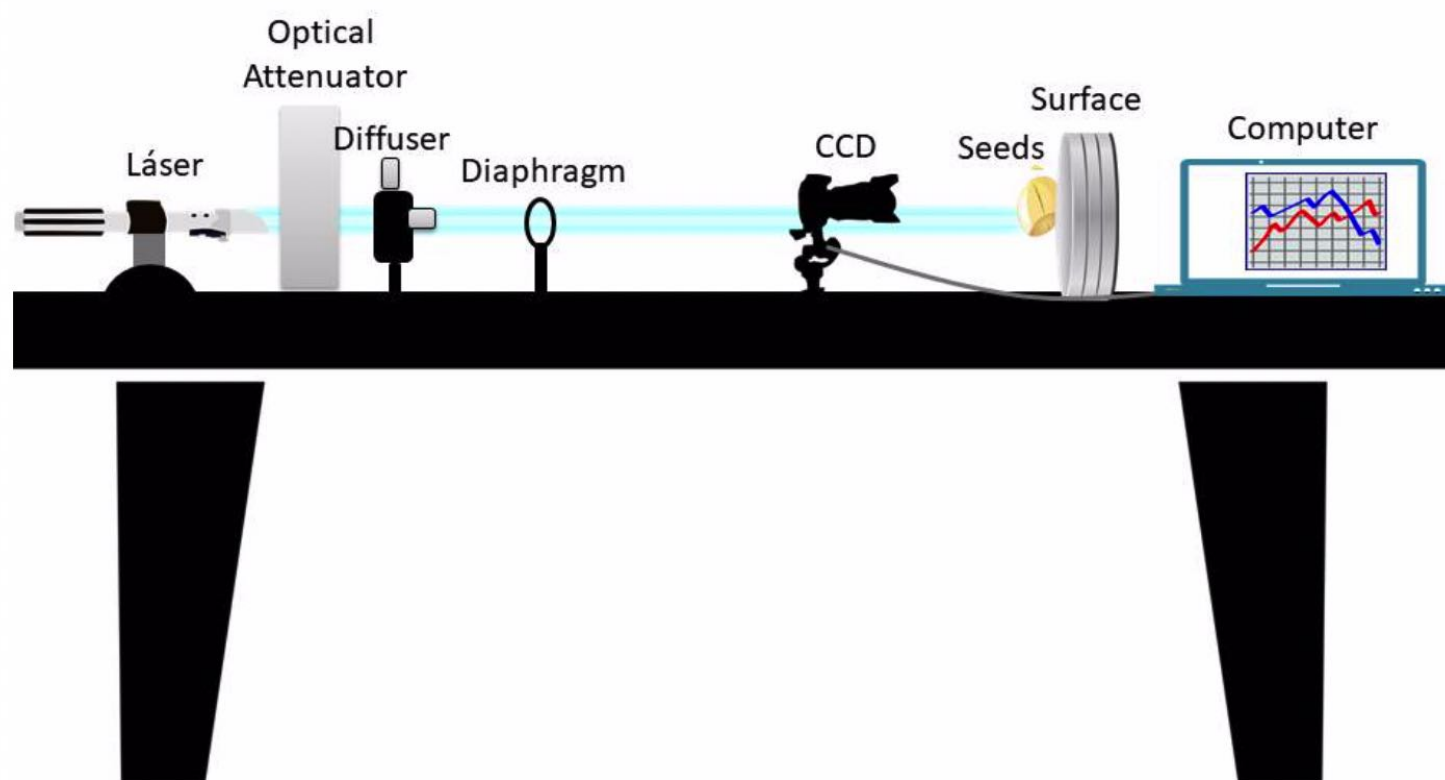


Fig 1. Montaje experimental para el análisis de la actividad speckle dinámico

Para esta investigación, se estudió una muestra de 6 semillas de palma de aceite. Cada semilla fue analizada independientemente, para esto, primero se fijó la semilla a la superficie negra, y con la cámara CCD se procedió a capturar 50 imágenes empleando MATLAB, que luego fueron almacenadas en el computador. Este procedimiento se repitió con cada semilla. En el montaje experimental, el tiempo de grabación fue igual a 250 segundos con velocidad de fotogramas igual a 5 segundos, para un total de 50 imágenes por cada semilla. De esta forma, se logró observar el patrón de Speckle correspondiente a la actividad biológica de la muestra. Estas imágenes posteriormente se correlacionaron, evidenciando cuales semillas estarían próximas a germinar. Después de la medición de Speckle dinámico, se procedió a sembrar las semillas en vasos plásticos con abono, los cuales fueron perforados previamente en la parte inferior, e introducidos dentro de otro vaso que contenía 1cm de agua, para garantizar condiciones adecuadas de germinación. De esta forma se pudo contar manualmente las semillas que germinaron y las que no, para corroborar con los resultados obtenidos en el procesamiento de imágenes de la muestra.

Segmentación y procesamiento de imágenes

Las dimensiones de las imágenes capturadas fueron de 640x480 píxeles. Dichas imágenes se convirtieron a nivel de escala gris 256 y luego se aplicó un algoritmo de segmentación para obtener la matriz NxN, y así, analizar el área de interés. “La segmentación se refiere a la agrupación de elementos la imagen que exhiben características similares, es decir, la subdivisión de una imagen en sus regiones u objetos constituyentes” (Bala, 2012, p.1). La matriz NxN es necesaria para calcular el algoritmo de correlación cruzada, de esta forma se obtienen los coeficientes de correlación.

El proceso de segmentación se llevó a cabo en 4 pasos. Primero se capturó la imagen original, la cual se convirtió a escala de grises, y así se usó la función MATLAB "etiqueta bw", la cual devuelve una matriz binaria del mismo tamaño como imagen, que contiene etiquetas para los objetos conectados en la misma imagen, entonces el objeto elimina de una imagen binaria todos los componentes conectados (objetos) que tienen menos de 1000 píxeles, produciendo otra imagen binaria, BW2 usando la función "bwareaopen"; luego, usando la función "regionprops" se obtienen las propiedades ('Área', 'Centroide', 'Área completa', 'Longitud de eje mayor', 'Longitud de eje menor', 'Casco convexo'). Con el área mayor obtenida, se procede a segmentar la imagen, la cual se usa para el procesamiento de imágenes de speckle. La imagen segmentada es el cálculo del coeficiente de correlación con la ecuación (3) y se obtuvieron los gráficos de los coeficientes de autocorrelación de los diferentes grupos de semillas.

Se usó la ecuación (4), para calcular la pendiente entre dos puntos; donde y_n son los coeficientes de autocorrelación y los valores de x_n son el desfase temporal entre las muestras, que se espacian cada dos segundos en el diseño del experimento; esto debido a que no se tenía ecuación de gráfico para calcular la línea tangente que es la velocidad con la que la muestra se decorrelaciona.

$$m = \frac{y_i - y_f}{x_i - x_f}; \quad (4)$$

Luego, a través de la ecuación (5) se promediaron estos datos para obtener la decorrelación de velocidad promedio.

$$m_{prom} = \frac{A}{N-2} \sum_n^N = 3 \left| \frac{y_n - y_{n-1}}{x_n - x_{n-1}} \right| \quad (5)$$

Donde N es el número total de muestras, n es la enésima muestra que comienza en la posición n = 3, porque en el primer punto el coeficiente de autocorrelación es 1 y podría afectar la pendiente total promedio, y el valor A es un valor de ganancia de la pendiente

Resultados:

La imagen segmentada es el cálculo del coeficiente de correlación empleando la ecuación (3). Se obtuvieron los gráficos de los coeficientes de autocorrelación de las diferentes semillas, se pueden ver en la figura 2.

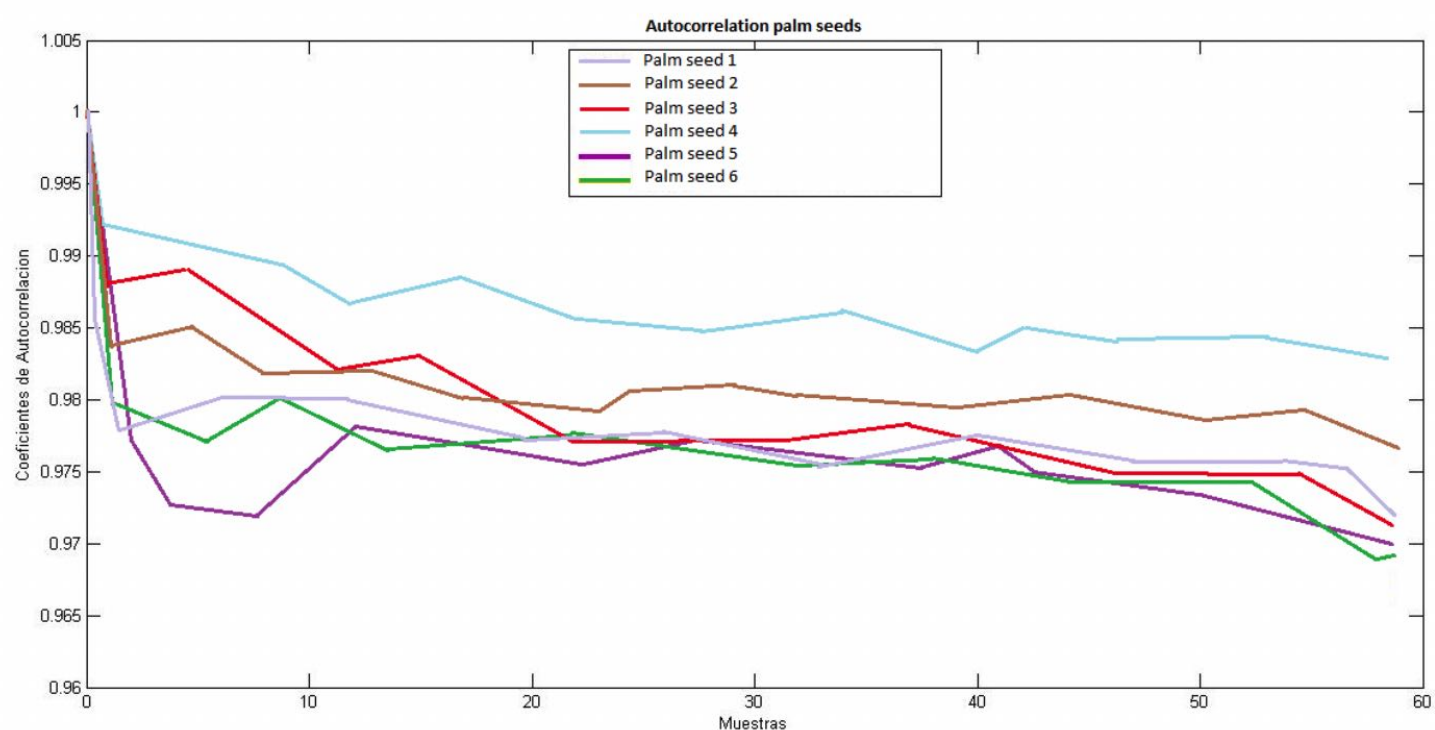


Fig 2. Autocorrelación de semillas de palma

Se pudo observar que las semillas 5 y 6 obtuvieron mayor pendiente, y una decorrelación mayor con respecto al grupo de las demás semillas.

Table I. Porcentaje de germinación de semillas

Grupo de semillas	% germinación
Palm seed 1	71
Palm seed 2	65
Palm seed 3	80
Palm seed 4	74
Palm seed 5	97
Palm seed 6	94

Los porcentajes de germinación calculados, arrojaron que las semillas 5 y 6 obtuvieron un mayor porcentaje de germinación, el cual estuvo por encima del 90%.



Fig 3. Germinación semillas 5 y 6

Discusión de resultados:

El estudio del patrón de speckle permite en el caso de las semillas determinar la viabilidad de germinación de estas. Las semillas que tienen movimiento biológico, al ser iluminadas con luz láser, reflejan unos puntos brillantes de diferentes tamaños y formas como resultado de su actividad. Se realizaron pruebas con una muestra de 6 semillas de palma de aceite, certificadas por CIRAD. Estas imágenes se analizan empleando el método de autocorrelación y THSP, los cuales arrojan datos de la actividad biológica que permite calcular porcentajes de germinación.

El grado de correlación entre dos patrones de speckle constituye la característica fundamental que se debe determinar en metrología de speckle. La función de autocorrelación es la correlación cruzada de la señal consigo misma, siendo de gran utilidad para encontrar patrones repetitivos dentro de una señal. Cuando la autocorrelación es igual a 1, se deduce que la semilla no tuvo actividad biológica, por lo que no hubo variación en su patrón. Pero, en este caso, se observó que las semillas 5 y 6 tienen mayor descorrelación, lo que revela que representan las semillas con mayor movimiento de actividad biológica, dando indicios de mayor probabilidad de germinación con relación a las demás semillas. Estos valores representan la intensidad de las actividades de semillas.

Al calcular los porcentajes de germinación de las semillas, se observa que concuerdan con los resultados de los coeficientes de decorrelación. Las semillas que presentan mayor decorrelación, tienen un porcentaje de germinación mayor del 90%.

Esta información es verificada con los resultados de la siembra de las semillas. De la forma como se prevé, las primeras semillas en germinar fueron la 5 y 6. Las otras tardaron unos días más, y una de estas no germinó. Se cree que uno de los motivos por lo que la semilla 2 no germinó se debe a factores ambientales externos del lugar donde fueron ubicados los recipientes.

Tal como lo mencionan Montalvo, Asmad, Choque & Baldwin (2016), y en otra investigación Landau, Hogert & Rebollo (2013), se coincide en que la técnica de speckle es no destructiva; al terminar el proceso experimental se revisan detalladamente de las semillas, y se logra verificar que éstas resultaron intactas luego de exponerse al láser. Lo anterior per-

mite deducir que Speckle puede utilizarse durante todos los procesos de germinación de las muestras, y que es favorable usar una curva para registrar el cambio de intensidad de los patrones de speckle biológico y así mejorar la precisión de la evaluación viable de la semilla.

Speckle nos permite identificar en menor tiempo con relación a las técnicas tradicionales, semillas muertas que no van a germinar de aquellas que si lo harán. El movimiento de puntos de una semilla seca o muerta es nulo. Incluso, si se estudia el historial de tiempo del patrón de speckle de dicha semilla, no se debe encontrar ninguna variación, ya que la semilla no presenta actividad. Usando el sentido de la vista, cuando se está realizando la captura de video o de imágenes de la muestra a estudiar, es posible notar la variación o no del patrón de speckle. En el caso de fotografías, basta con revisar una a una las imágenes capturadas, pasando de una a otra, en el cambio entre una foto y otra se observa la variación o no de puntos.

Es importante la toma correcta de las imágenes de la muestra, ya que si estas están saturadas por luz, o corridas, o tomadas en diferentes ángulos, no se puede llevar a cabo un procesamiento digital de imágenes exitoso puesto que al momento de aplicar los métodos numéricos el patrón de Speckle resulta errado. Muy probablemente, se refleja gran actividad de la muestra, cuando en realidad lo que ocurre es un corrimiento de la imagen en comparación con la inicial. Para evitar la saturación se recomienda utilizar un láser de baja potencia como fuente de luz para minimizar el efecto de la irradiación en las actividades de la muestra.

Uno de los errores metodológicos se presentó en la planeación del montaje experimental, lo que conllevó a que durante la captura de las imágenes de las semillas de palma de aceite se presentaran diversas dificultades como corrimiento de la muestra. Esto condujo a la modificación de la ubicación de los elementos en el montaje para minimizar errores en el patrón resultante. Otro de los errores identificados, fue que inicialmente no se garantizaron las mismas condiciones del sistema para todas las muestras, y algunos factores externos como luces, luz del día, temperatura, influyeron positiva y negativamente en los resultados. Para esto, se aisló el montaje, se verificó a través de un multímetro que las condiciones de temperatura no variaran, ni que variara la intensidad de luz. Estos errores meto-

dológicos tenían gran incidencia en la investigación, ya que afectaban directamente la muestra.

Aunque la aplicación de bio-speckle en la evaluación de viabilidad es el principal objetivo de este estudio, se coincide con Men et al., (2015), en que esta técnica puede aplicarse más para caracterizar otros procesos en muestras biológicas y estudiar información más profunda de la actividad biológica. Esto, debido a que en esta investigación se evidencia que Speckle permite la obtención experimental de curvas de actividad biológica y obtención de datos experimentales de evolución temporal, lo cual revela información importante para analizar diversos aspectos biológicos de otros organismos. Men et al., (2015), realizan un estudio similar a la presente investigación, usando semillas de *Pisum sativum* viables y no viables, y emplean otros métodos para obtener información de actividades biológicas a partir de estos patrones de speckle: momento de inercia y diferencias generalizadas.

La computación granular es otro método usado en speckle. Dai Pra, Passoni & Rabal (2009), lo emplea sobre Speckle dinámico. En su investigación, usa secuencias de imágenes de intensidad para evaluar la dinámica de los fenómenos y las señales generadas por los cambios de intensidad en cada píxel con la finalidad de identificar la actividad subyacente en cada punto. Aunque el algoritmo numérico sea diferente al usado en la presente investigación, se logró el mismo objetivo, que era medir los cambios de intensidad en cada píxel para calcular la actividad biológica en cada sección. Por su parte Nobre et al., (2009), en su investigación sobre el análisis espectral láser speckle dinámico con métodos de Momento de inercia, entropía y espectro cruzado, presentan el Momento de Inercia, la Entropía basada en Wavelets y el análisis de Espectro Cruzado como enfoques que pueden usarse para evaluar el contenido espectral del temporal espacial de speckle. En sus resultados demostraron que todas las técnicas fueron capaces de verificar el contenido espectral de diferentes armónicos, aunque el Momento de inercia es más eficiente en el análisis de altas frecuencias y a su vez, Entropy y Cross-Spectrum, para frecuencias más bajas. Éste estudio, sirve a ésta investigación para comprobar que independientemente de la técnica usada, al calcular el historial del tiempo del patrón de Speckle, los resultados son semejantes.

Debido a la comprobada funcionalidad del método de speckle, han surgido versiones de los desafíos que se vienen con la implementación de estas técnicas. “La adopción de tecnología biospeckle fuera de laboratorios ópticos se verá impulsada por el desafío de construir equipos comerciales o incluso mediante sistemas autoconstruidos que utilicen dispositivos pequeños, robustos y accesibles, como dispositivos digitales, cámaras y láseres portátiles” (Braga, 2017, p.363). Se coincide con este autor, gracias a la efectividad de dicha técnica se prevé un salto de usarlo en laboratorios a la construcción de prototipos portátiles que integren las herramientas necesarias para llevarlo directamente a lugares como el campo.

Conclusiones

Se aplicó la técnica speckle dinámico para evaluar la viabilidad de la semilla de palma de aceite antes de su germinación. Se puede concluir a partir de esto, que es posible identificar las semillas viables y no viables en menor tiempo en comparación con técnicas tradicionales como lo es la prueba bioquímica con tetrazolio. La técnica Bio-speckle es un método de detección simple, económico, rápido y muy prometedor en la evaluación de viabilidad de semillas. Este trabajo es importante para la región de Colombia, ya que, en este país sólo pueden vender semillas como la palma de aceite que germine por encima del 90% (artículo 12 de la Resolución 3034 de 1999, el Instituto Colombiano Agropecuario ICA). En el cultivo de la palma de aceite se presentan dificultades en la germinación de algunas semillas, ya sea debido a una fuerte latencia (reposo que se presenta después de la cosecha) o la baja viabilidad de las semillas dependiendo del material. Este tipo de investigación permite identificar con buena precisión cuales semillason viables para la germinación, ayudando al aumento de la eficiencia del cultivo, reduciendo costos y tiempo a los cultivadores quienes mediante la técnica de speckle dinámico podrán garantizar en gran manera una cosecha de fruto alrededor del 100%.

Se estudiaron 6 semillas de palma de aceite, se aplicó el algoritmo de segmentación para obtener y analizar el área de interés. El algoritmo de correlación cruzada fue usado para obtener los coeficientes de correlación, los cuales arrojaron que las semillas 5 y 6 tenían mayor pendiente y una mayor descorrelación en relación al grupo de la muestra. Tal como se esperaba, los porcentajes de germinación arrojaron que las semillas 5 y 6 tuvieron un

mayor porcentaje de germinación, el cual estuvo por encima del 90% y efectivamente al sembrarse fueron las primeras en germinar.

Lo anterior demuestra la efectividad del método y como el estudio detallado de técnicas de speckle dinámico en esta investigación permitió el desarrollo e implementación experimental del montaje óptico de speckle dinámico; el estudio y desarrollo de técnicas de speckle aplicado a productos vegetales marcó la ruta para la obtención experimental de curvas de actividad biológica en vegetales; la caracterización de la evolución temporal de Speckle dinámico utilizando la matriz de co-ocurrencia conllevó a la obtención de datos experimentales de la evolución temporal de Speckle y el estudio comparativo de viabilidad de germinación de semillas de palma de aceite permitió la obtención de curvas experimentales y porcentajes de germinación de semillas certificadas de aceite de palma.

Como trabajos futuros se contempla el desarrollo de un equipo portátil para la determinación del porcentaje de germinación de semillas aceite usando técnicas de Speckle dinámico, donde se reducirá el tiempo de obtención de resultados, de días a cuestión de minutos. Se espera, que este equipo portátil permita la captura de imágenes en condiciones de igualdad para todas las muestras y que no requiera de estar en un lugar especial para su funcionamiento, además, que permita aislar muestras de longitudes de ondas en el intervalo visible que no interfieran con la fuente del láser, mejorando así la calidad del procedimiento.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Popular del Cesar por prestar sus laboratorios para realizar el montaje experimental correspondiente, a la docente Sindi Horta por su orientación respecto al tema, a CIRAD (Centre de Cooperación Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), por proporcionar las semillas para desarrollar el estudio, a COLCIENCIAS por financiar la pasantía de joven investigador del presente proyecto.

Referencias:

- Aguirre, R., & Peske, S. T. (1988). Manual para el beneficio de semillas. Cali, Colombia. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf
- Andrés, N., Recuero, S., Arroyo, M. P., Bona, M. T., Andrés, J. M., & Angurel, L. A. (2008). Fast visualization of corrosion processes using digital speckle photography. *Corrosion Science*, 50(10), 2965–2971. <http://doi.org/10.1016/J.CORSCI.2008.08.001>
- Ansari, M. Z., & Nirala, A. K. (2013). Assessment of bio-activity using the methods of inertia moment and absolute value of the differences. *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, 124(6), 512–516. <http://doi.org/10.1016/J.IJLEO.2011.12.013>
- Ansari, M. Z., Mujeeb, A., & Nirala, A. K. (2018). Assessment of biological leaf tissue using biospeckle laser imaging technique. *Laser Physics*, 28(6), 65608. <http://doi.org/10.1088/1555-6611/aab65c>
- Arboleda, N. (2008), La palma africana en el Pacífico Colombiano: su ilegalidad, consecuencias y violación de derechos territoriales, *Revista Luna Azul*, Vol 27.
- Arizaga, R., Trivi, M., Rabal, H., (1999). Speckle time evolution characterization by the co occurrence matrix analysis, *Optics & Laser Technology*, Vol 31, (II).
- Bala, A. (2012). An Improved Watershed Image Segmentation Technique using MATLAB. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3(6). Recuperado de <http://www.ijser.org>
- Blotta, E., A. Bouchet, M. Brun and V. Ballarin, 2013. Characterization of bio-dynamic speckles through classical and fuzzy mathematical morphology tools. *Signal Process.*, 93(7): 1864-1870.

Braga, R. A., Dal Fabbro, I. M., Borem, F. M., Rabelo, G., Arizaga, R., Rabal, H. J., & Trivi, M. (2003). Assessment of Seed Viability by Laser Speckle Techniques. *Biosystems Engineering*, 86(3), 287–294. <http://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2003.08.005>

Braga Jr, R. A., Rabelo, G. F., Granato, L. R., Santos, E. F., Machado, J. C., Arizaga, R., ... Trivi, M. (2005). Detection of Fungi in Beans by the Laser Biospeckle Technique. *Biosystems Engineering*, 91(4), 465–469. <http://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2005.05.006>

Braga, R. A., Silva, W. S., Sáfadi, T., & Nobre, C. M. B. (2008). Time history speckle pattern under statistical view. *Optics Communications*, 281(9), 2443–2448. <http://doi.org/10.1016/J.OPTCOM.2007.12.069>

Braga Júnior, R. A. (2017). When noise became information: State-of-the-art in biospeckle laser. *Ciência E Agrotecnologia*, 41(4), 359–366. Recuperado de <http://doi.org/10.1590/1413-70542017414000317>

Cabello, C. I., Bertolini, G., Amaya, S., Arizaga, R., & Trivi, M. (2008). Revista cubana de física. *Revista Cubana de Física* (Vol. 25). Universidad de La Habana. Recuperado de http://revistacubanadefisica.org/index.php/rcf/article/view/RCF_25_2A_67_2008

Carvalho, P. H. A., Barreto, J. B., Braga, R. A., & Rabelo, G. F. (2009). Motility parameters assessment of bovine frozen semen by biospeckle laser (BSL) system. *Biosystems Engineering*, 102(1), 31–35. <http://doi.org/10.1016/J.BIOSYSTEMSENG.2008.09.025>

Crammond, G., Boyd, S. W., & Dulieu-Barton, J. M. (2013). Speckle pattern quality assessment for digital image correlation. *Optics and Lasers in Engineering*, 51(12), 1368–1378. <http://doi.org/10.1016/J.OPTLASENG.2013.03.014>

Cortés Enríquez, G., Florica Instituto., & Universidad Estatal a Distancia (Costa Rica). (1994). *Atlas agropecuario de Costa Rica*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Chu, B., (1991). *Laser Light Scattering*, Academic Press, New York, Academic Press.

Dai Pra, A. L., Passoni, L. I., & Rabal, H. (2009). Evaluation of laser dynamic speckle signals applying granular computing. *Signal Processing*, 89(3), 266–274. <http://doi.org/10.1016/J.SIGPRO.2008.08.012>

Dunn, A. K., Bolay, H., Moskowitz, M. A., & Boas, D. A. (2001). Dynamic Imaging of Cerebral Blood Flow Using Laser Speckle. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 21(3), 195–201. <http://doi.org/10.1097/00004647-200103000-00002>

FAO (1990), La palma aceitera africana, un recurso de alto potencial para la producción animal en el trópico, Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/V4440T/v4440T0g.htm>

Farrokhi, H., Rohith, T. M., Boonruangkan, J., Han, S., Kim, H., Kim, S.-W., & Kim, Y.-J. (2017). High-brightness laser imaging with tunable speckle reduction enabled by electroactive micro-optic diffusers. *Scientific Reports*, 7(1), 15318. <http://doi.org/10.1038/s41598-017-15553-9>

Fernández, M., A. Mavilio, H. Rabal and M. Trivi, 2003. Characterization of viability of seeds by using dynamic speckles and difference histograms. In: Sanfeliu, A. and J. Ruiz-Shulcloper (Eds.), CIARP 2003. LNCS 2905, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 329-333.

Gittings, A. S., & Durian, D. J. (2006). Gaussian and non-Gaussian speckle fluctuations in the diffusing-wave spectroscopy signal of a coarsening foam. *Applied Optics*, 45(10), 2199. <http://doi.org/10.1364/AO.45.002199>

Instituto Colombiano de Agricultura ICA. (1999). Resolución 3034. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/CMSPages/GetFile.aspx?nodeguid=e33d7912-64ff-4c8f-87b1-a69d174e71e2&lang=es-CO>

Instituto Colombiano de Agricultura ICA. (2006). CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA-GUÍA TÉCNICA. Recuperado de <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>

Jorge Mario Cantillo. (2010). Cultivo y cosecha de palma. Recuperado de <http://cultivoycosechadepalma.blogspot.com/2011/10>

Lecompte, D., Smits, A., Bossuyt, S., Sol, H., Vantomme, J., Van Hemelrijck, D., & Habraken, A. M. (2006). Quality assessment of speckle patterns for digital image correlation. *Optics and Lasers in Engineering*, 44(11), 1132–1145.

<http://doi.org/10.1016/J.OPTLASENG.2005.10.004>

Lu, R.-S., Tian, G.-Y., Gledhill, D., & Ward, S. (2006). Grinding surface roughness measurement based on the co-occurrence matrix of speckle pattern texture. *Applied Optics*, 45(35), 8839. <http://doi.org/10.1364/AO.45.008839>

Men, S., Yan, L., Qian, H., (2015). Application of Bio-speckle Activity to Assess Seed Viability, *Advance Journal of Food Science and Technology*, Vol 8, (III).

M. Landau, E. Hogert, M. Rebollo, N. G. (2013). Estudio de movimientos compuestos de una superficie difusora por técnicas de Speckle. *ANALES AFA*, 2. Recuperado de <https://anales.fisica.org.ar/journal/index.php/analesafa/article/view/1814>

Montalvo, R. A., Asmad, M., Choque, I., & Baldwin, G. (2016). Interferometria speckle para evaluar la flexión de una barra de aluminio. *Revista mexicana de física E* (Vol. 62). Sociedad Mexicana de Física. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35422016000200125

Murialdo, S. E., Sendra, G. H., Passoni, L. I., Arizaga, R., Gonzalez, J. F., Rabal, H., & Trivi, M. (2009). Analysis of bacterial chemotactic response using dynamic laser speckle. *Journal of Biomedical Optics*, 14(6), 64015. <http://doi.org/10.1117/1.3262608>

Nobre, C. M. B., Braga, R. A., Costa, A. G., Cardoso, R. R., da Silva, W. S., & Sáfadi, T. (2009). Biospeckle laser spectral analysis under Inertia Moment, Entropy and Cross-Spectrum methods. *Optics Communications*, 282(11), 2236–2242. <http://doi.org/10.1016/J.OPTCOM.2009.02.061>

Pajuelo, M., Baldwin, G., Rabal, H., Cap, N., Arizaga, R., & Trivi, M. (2003). Bio-speckle assessment of bruising in fruits. *Optics and Lasers in Engineering*, 40(1–2), 13–24. [http://doi.org/10.1016/S0143-8166\(02\)00063-5](http://doi.org/10.1016/S0143-8166(02)00063-5)

Plata-rueda, A., Mauricio, I., & Diaz, A. (2006). Avances en el rescate de embriones en palma de aceite: una herramienta eficiente en material genético de difícil germinación. Director, (July). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/277717921_Avances_en_el_rescate_de_embrioes_en_palma_de_aceite_una_herramienta_eficiente_en_material_genetico_de_dificil_germinacion

Pomarico, J. A., Di Rocco, H. O., Alvarez, L., Lanusse, C., Mottier, L., Saumell, C., ... Trivi, M. (2004). Speckle interferometry applied to pharmacodynamic studies: evaluation of parasite motility. *European Biophysics Journal*, 33(8), 694–699. <http://doi.org/10.1007/s00249-004-0413-4>

Rabal, H., Braga, R., (2009). *Dynamic Laser Speckle and Applications*, New York, Taylor & Francis Group.

Ribeiro, K., Braga Jr, R., Horgan, G., Ferreira, D., & Sáfyadi, T. (2014). Principal component analysis in the spectral analysis of the dynamic laser speckle patterns. *Journal of the European Optical Society: Rapid Publications*, 9(0), 14009. <http://doi.org/10.2971/jeos.2014.14009>

Sánchez, F. M., Aldama, W., Lara, A. G., García, T., Pulos, G., Trivi, M., & Villagran, M. (2010). Use of time history speckle pattern and pulsed photoacoustic techniques to detect the self-accommodating transformation in a Cu–Al–Ni shape memory alloy. *Materials Characterization*, 61(5), 518–524. <http://doi.org/10.1016/J.MATCHAR.2010.02.008>

Sendra, G., Arizaga, R., Rabal, H., & Trivi, M., 2005. Decomposition of biospeckle images in temporary spectral bands. *Opt. Lett*, 30(13): 1641-1643.

Vega, F., Torres, C., & Oliveros, C. (2014). Estimate of the percentage germination the Colombian rice seed through image processing of biospeckle activity, 1–7.

Yamaguchi, I., Yokota, M., Ida, T., Sunaga, M., & Kobayashi, K. (2007). Monitoring of Paint Drying Process by Digital Speckle Correlation. *Optical Review*, 14(6), 362–364. <http://doi.org/10.1007/s10043-007-0362-0>

Zanetta, P., & Facchini, M. (1993). Local correlation of laser speckle applied to the study of salt efflorescence on stone surfaces. *Optics Communications*, 104(1–3), 35–38. [http://doi.org/10.1016/0030-4018\(93\)90101-A](http://doi.org/10.1016/0030-4018(93)90101-A)

Zdunek, A., Adamiak, A., Pieczywek, P. M., & Kurenda, A. (2014). The biospeckle method for the investigation of agricultural crops: A review. *Optics and Lasers in Engineering*, 52, 276–285. <http://doi.org/10.1016/J.OPTLASENG.2013.06.017>

18

Estimación de biomasa aérea en cultivos frutales usando un vehículo aéreo no tripulado. Una alternativa no destructiva de bajo coste económico y ambiental.

Luis Felipe Aguirre Siachoque

Universidad de Investigación de Tecnología Experimental Yachay Tech
Urcuquí – Ecuador

Sobre el autor:

Luis Felipe Aguirre Siachoque

*Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente (Universidad Fuerzas Armadas - Ecuador) / MSc GIS & Remote Sensing (Universidad Alcalá-España) /Diplomado Gestión Integrada de Recursos Hídricos (United Nations University)

*Profesor Investigador Escuela de Geología y del Centro de Observación de la Tierra de Yachay Tech.

Correspondencia: faguirre@yachaytech.edu.ec

Resumen

La estimación de la biomasa se ha convertido en un procedimiento indispensable para estimar el contenido de carbono en vegetación y de esta manera comprender adecuadamente los ciclos de carbono en los ecosistemas terrestres, por lo tanto, resulta de gran interés la estimación precisa de esta variable. La estimación de biomasa puede realizarse mediante métodos directos de tipo tradicionales, los cuales estiman la biomasa de manera muy precisa, pero son de carácter destructivo, muy laboriosos y de muy alto costo tanto económico como para el ambiente; sin embargo, también se puede recurrir a métodos indirectos (técnicas de cubicación o ecuaciones alométricas). En este estudio se planteó una propuesta alternativa, no destructiva, rápida y de bajo costo para estimar la biomasa aérea en un cultivo frutal ubicado en el cantón rural de Urcuquí - Ecuador, empleando los productos derivados de la información adquirida por medio de un vehículo aéreo no tripulado (UAV: Unmanned Aerial Vehicles), como: nube de puntos, modelo digital de superficie y modelo digital de elevación. Se desarrolló dos campañas en campo para la adquisición de información enfocadas a la toma de imágenes con drones, recolección de muestras, pesaje y secado de muestras en el laborato-

rio de la Universidad y posterior tratamiento estadístico y geográfico de la información. Los resultados obtenidos en este estudio fueron validados comparando con los resultados estimados por medio de modelos alométricos, y se encontró que los valores de biomasa fueron similares en ambos métodos; demostrando la viabilidad de usar información proveniente de un dron para la estimación preliminar de biomasa **aérea en este tipo de cultivos.**

Palabras Claves: Biomasa Aérea, Dron, Modelo Alométrico, UAV, Cultivo Frutal

Estimation of aerial biomass in fruit crops using an unmanned aerial vehicle. A non-destructive alternative, with low economic and environmental costs

Abstract

The estimation of the biomass has become an indispensable procedure to estimate the carbon content in vegetation and in this way adequately understand the carbon cycles in the terrestrial ecosystems, therefore, it is of great interest the estimation and precise calculation of this variable. This estimate of biomass can be made by direct methods of traditional type, which estimate biomass very accurately, but are destructive, very laborious and of

very high cost both economically and for the environment; however, indirect methods can also be used (cubing techniques or allometric equations). In this study, an alternative, non-destructive, fast and low-cost proposal was proposed to estimate the aerial biomass in a fruit crop located in the rural canton of Urcuquí - Ecuador, using the products derived from the information acquired by means of an unmanned aerial vehicle (UAV), such as: point cloud, digital surface model and digital elevation model. Two field campaigns were developed for the acquisition of information focused on the taking of images with drones, collection of samples, weighing and drying of samples in the University laboratory and subsequent statistical and geographic treatment of the information. The results obtained in this study were validated against the estimated results by means of allometric models, and it was found that the biomass values were similar in both methods; demonstrating the feasibility of using information from a drone for the preliminary estimation of aerial biomass in this type of crops.

Keywords: Aerial Biomass, Dron, Allometric model, UAV, Crop Fruit

1. Introducción

Espada (2013), recalca que las plantas tienen la capacidad de captar el CO₂ atmosférico y mediante procesos fotosintéticos, metabolizarlo para la obtención de azúcares y otros componentes que requieren para el normal desarrollo de su ciclo vital; es decir a través de la fotosíntesis, extraen el carbono de la atmósfera y lo convierten en biomasa y la biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (humus) o en CO₂ a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa.

La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2.000.000 toneladas/año (UNESA, 2005). Este valor es el resultante de la pequeña diferencia entre la absorción fotosintética de CO₂ y las pérdidas por respiración, por descomposición de la materia orgánica y por perturbaciones de diferente naturaleza. A este valor le se denomina producción neta de la biosfera (PNB), y es la cantidad que a largo plazo queda almacenada en el sumidero (Espada, 2013). Victoria (2010), es su estudio “Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO₂”, manifiesta que la agricultura posee la capacidad eco eficiente de llegar a tener un balance positivo de carbono retirado CO₂ de la atmósfera, así como también los cultivos frutales son eficientes fijadores de CO₂ por unidad de superficie cultivada.

Según López et al., (2001), los sistemas forestales, agroforestales y silvopastoriles con el uso de especies nativas, se han convertido en una herramienta eficaz para contrarrestar el aumento de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Las especies arbóreas son de gran ayuda debido a que su crecimiento es continuo durante todo el año y por medio de la fotosíntesis acumulan una mayor cantidad de carbono en su biomasa. Los bosques actúan como hábitat de numerosas especies de flora y fauna, previenen la erosión del suelo al retener parte del agua de lluvia en su follaje, recargan los acuíferos, regulan el ciclo del agua y del carbono, además al absorber CO₂ juegan el rol de valiosos sumideros de carbono (Pérez & Díaz, 2010). Mantener el carbono acumulado en la biomasa de los árboles a partir de la conservación y protección de los ecosistemas forestales es una iniciativa para hacer

frente al cambio climático, ya que, de no ser así, a causa de la pérdida de los bosques se estaría aportando con grandes emisiones de CO₂ a la atmósfera.

La biomasa aérea de un bosque es una de las variables que puede ser estimada a partir de una serie de métodos conocidos y aplicados en estudios similares (Acosta et al., 2002; Calderón & Lozada, 2010; Díaz et al., 2007; Riofrío, Herrero de Aza, Grijalva, & Bravo, 2013) y tiene la capacidad de suministrar información sobre los cambios que pueden ocurrir en un bosque. La estimación correcta de la biomasa forestal es de crucial importancia ya que nos permite conocer el contenido de carbono fijado en una determinada superficie de árboles y en función de esto manejar adecuadamente una reserva de bosques (Bastienne, 2001).

Los métodos comúnmente utilizados en la estimación de la biomasa son el método directo y el método indirecto (Bastienne, 2001). Los métodos directos son conocidos como destructivos, cuya principal ventaja es que es un procedimiento muy exacto para estimar la biomasa aérea, pero sus desventajas son el gran impacto ambiental que generan, además demandan mayores costes económicos para su ejecución e intervienen mucha logística para su ejecución; por otra parte existen los métodos indirectos los cuales son no destructivos ya que estiman la biomasa en base a una muestra representativa para luego generar ecuaciones alométricas en base a variables independientes tales como el volumen del fuste, altura o el diámetro del tronco, que luego permitirán estimar la biomasa en base a la ecuación.

En la última década, el uso de vehículos aéreos no tripulados (UAV) como plataformas de teledetección se ha vuelto cada vez más popular para una amplia gama de disciplinas y aplicaciones científicas. Con el desarrollo de sensores robustos, autónomos y livianos, los UAV evolucionan rápidamente en sistemas de teledetección independientes que entregan información de alta resolución espacial y temporal de una manera no invasiva y a costos extremadamente bajos y accesibles. Los UAV son particularmente prometedores para la agricultura de precisión donde la información espacial debe estar disponible con una alta frecuencia temporal y resolución espacial para identificar la variabilidad en el campo (Stafford, 2000; Seelan et al., 2003; Lelong et al., 2008; Nebiker et al., 2008; Link et al., 2013). Se ha demostrado el uso de sensores basados en UAV para detectar el estrés hídri-

co y cuantificar el contenido de biomasa y nitrógeno en cultivos y pastos (Berni et al., 2008; Berni et al., 2009; Kawamura et al., 2011). De manera similar los métodos de teledetección pueden utilizarse para detectar los parámetros biofísicos de los pastos y los cultivos, como la biomasa, la materia seca, el contenido de fibra, la digestibilidad de la materia orgánica y la disponibilidad de macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio) (Von Bueren et al., 2015).

En este contexto se plantea el uso de drones como un método indirecto, rápido y de bajo coste económico y ambiental, para estimar biomasa aérea; hay que resaltar que el método propuesto no pretende reemplazar los métodos directos e indirectos que han sido aplicados por muchos años atrás con éxito, al contrario, lo que se pretende es brindar un método alternativo de apoyo que permita establecer datos preliminares confiables de manera rápida para el establecimiento de una línea base en cuanto a la estimación de ésta variable.

Finalmente, en el Ecuador no existe ninguna investigación registrada respecto al uso de drones para la estimación de biomasa aérea en este tipo de cultivos frutales, por lo tanto, este estudio se considera pionero a nivel de país y se convierte en un referente para el desarrollo de futuras investigaciones considerando la compleja realidad geográfica y climática del Ecuador.

En este sentido se presenta las siguientes hipótesis de investigación:

- a) ¿Es posible estimar biomasa aérea empleando información proveniente de un dron?
- b) ¿Los resultados de biomasa aérea son similares a los obtenidos mediante métodos tradicionales por medio de modelos alométricos?

1. Área de Estudio

El estudio se desarrolló en un huerto comercial localizado en el cantón de San Miguel de Urcuquí, localizado en la provincia de Imbabura, a 20 km del noroccidente de la capital provincial (Figura 1). Este tipo de huerto frutal en particular, se caracterizó por la presencia predominante de dos especies: *Persea americana* (aguacate) y *Citrus reticulata* (mandarina).

El cantón tiene una altitud entre los 800 a 2500 msnm, clima variado entre templado subtropical hasta el frío de páramo, temperatura promedio de 17°C, precipitación entre 0 mm en las zonas bajas hasta 1750 mm en zonas altas. Urcuquí mantiene vegetación primaria, secundaria, páramos y vegetación arbustiva, la mayor parte del espacio territorial es cultivable y se desarrollan siembras de ciclo corto. Según el último Censo de población y vivienda del 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), la principal actividad económica de la población del cantón es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca con un 67.9%.

3. Materiales y Métodos

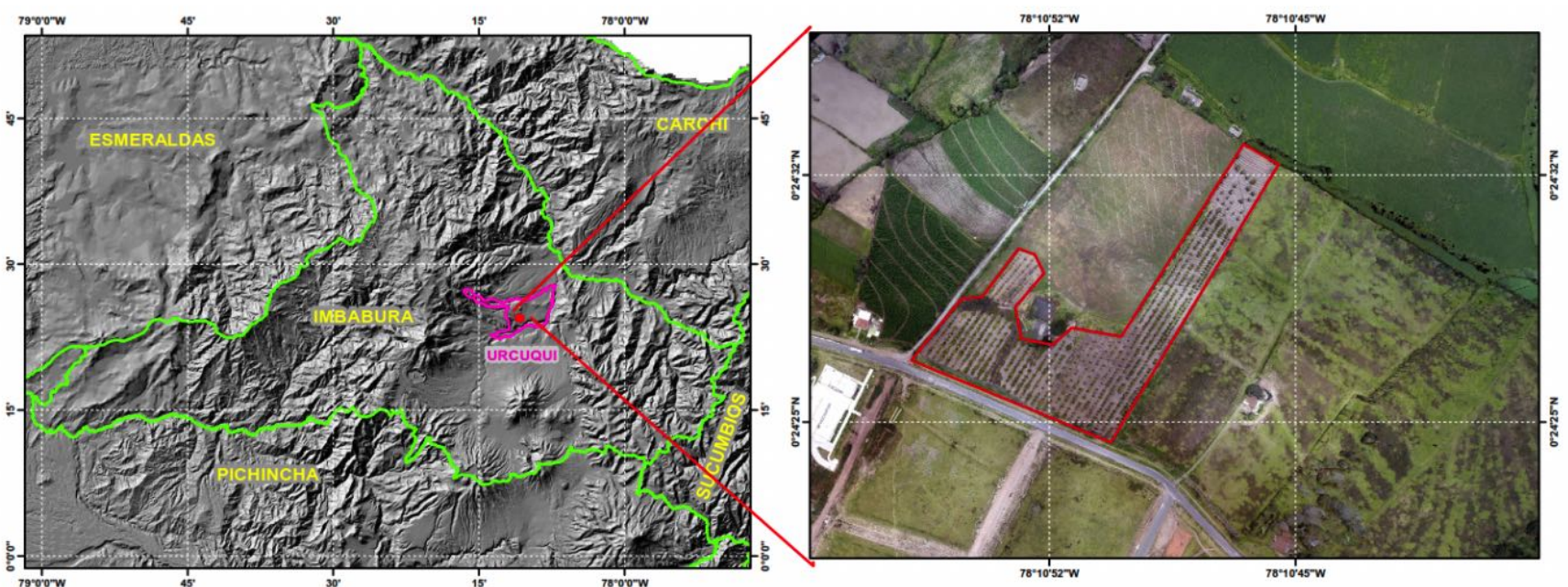


Figura 1: Localización geográfica del área de estudio

3.1 Materialización de Red de puntos de control GPS

La orientación y geolocalización de los vuelos del UAV se ha llevado a cabo mediante la ubicación geográfica de puntos de control terrestre, medidos sobre el terreno empleando GPS diferenciales de doble frecuencia y corregidos en post proceso (procesamiento diferencial satelital, considerando la variación de coordenadas en el transcurso del tiempo).

Con el propósito de tener un mayor control en la corrección planimétrica de las imágenes obtenidas con el UAV, se ha considerado necesario el establecimiento de cinco puntos de control terrestre con el fin de asegurar una mayor precisión al momento de ortorectificación de las imágenes y corrección de las inclinaciones transversales y longitudinales en la fase fotogramétrica de la orientación absoluta de la cámara.

Este trabajo consideró las normas y procedimientos establecidos por el Instituto Geográfico Militar (IGM) del Ecuador, en el que establece que cualquier punto GPS obtenido mediante métodos diferenciales debe estar enlazado a la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador (REGME), esta red se constituye en el marco geodésico de referencia nacional y proporciona a los usuarios información georreferenciada de alta precisión compatible con sistemas satelitales de navegación global para la realización de trabajos geodésicos, obras de ingeniería, etc. (IGM, 2003). REGME permite registrar y analizar los desplazamientos sufridos en el transcurso del tiempo, debido a movimientos geodinámicos (sismo – tectónico - volcánicos), brindando información en tiempo real necesaria para mantener el marco geodésico de referencia nacional (IGM, 2013)

3.2 Equipos

3.2.1 Plataforma UAV (Inspire 2)

El UAV utilizado fue un dron de marca DJI, modelo: Inspire 2, es un dron de tipo hélice que funciona con cuatro rotores y es considerado dentro de la subcategoría micro UAV (Nebiker, et al., 2007). Tiene un peso de 7.58 lb, la carcasa está diseñado en aleación de magnesio altamente durable y ligero, lo que permite un vuelo máximo 27 minutos en el aire, protegido con un alcance de 50 kmph.

3.2.2 Cámara convencional óptica

El proceso fotogramétrico se llevó a cabo por medio de una cámara fotográfica digital comercial de marca Zenmuse modelo X4S, la cual es una potente cámara con un sensor de 1 pulgada de 20 megapíxeles (Tabla 1).

General		Camara	
Dimensions	125×100×80 mm	Sensor	CMOS, 1"
Weight	253 g	Lens	F/2.8-11
Gimbal		FOV	84°
Angular Vibration Range	±0.01°	Photo Resolutions	3 : 2 , 5472×3648 4 : 3 , 4864×3648 1 6 : 9 , 5472×3078
Controllable Range	Tilt: +30° to -90°, Pan: ±320°	Exposure Compensation	±3.0 (1/3 increments)
Max Controllable Angular Speed	Tilt: 90°/s, Pan: 90°/s	ISO Range	100 – 12800 (Stills)

Tabla 1: Características principales de la cámara Zenmuse X4S

3.3 Adquisición de Datos

Para poder realizar una validación de los resultados obtenidos para la estimación de biomasa empleando un dron, era necesario tener previamente datos de biomasa calculados ya sea por métodos tradicionales directos (destrutivo) o indirectos (cubicación del árbol o modelos alométricos). En Ecuador no existe ningún estudio relacionado a estimaciones de biomasa empleando métodos directos en este tipo específico de cultivos frutales ni tampoco estudios puntuales referente a ecuaciones alométricas calibradas a nivel local en estos cultivos; por lo tanto en esta investigación se decidió aplicar el método indirecto para estimar la biomasa aérea y se desarrolló una ecuación alométrica propia para cada especie (*Persea americana* y *Citrus reticulata*), ecuaciones que fueron desarrolladas bajo las condiciones geográficas locales y particulares para este tipo de cultivos. Esta forma de estimación mediante ecuaciones basados en análisis de regresión, utiliza datos obtenidos en campo tales como: el peso seco de ramas, subramas y respectivas hojas, diámetro del tronco, volumen, altura, factores de densidad específica por cada árbol muestreado (Brown, 1997) y puede ser extrapolable a condiciones de crecimiento similar. Solano et al., (2014) resalta que para determinar una ecuación alométrica, aparte de las mediciones de altura y diámetro fue necesario talar árboles para determinar el valor exacto de la biomasa

y poder establecer regresiones en función de las variables independientes (altura y diámetro) y dependiente (biomasa).

A continuación, se describe la metodología empleada para adquirir la información necesaria para estimar biomasa aérea por medio de ecuaciones alométricas y por un dron.

3.3.1 Empleando ecuaciones alométricas

3.3.1.1 Diseño experimental: Selección y medición de la muestra

El huerto contaba con una población de 600 individuos (300 individuos de la especie *Persea americana* y 49 individuos de la especie *Citrus reticulata*). Para este estudio el tamaño de la muestra fue de 100 individuos en total (Nivel de confianza del 99% y Margen de error del 11.8%), de los cuales 51 árboles corresponden a la especie *Persea americana* (aguacate) y 49 corresponden a la especie *Citrus reticulata* (mandarina) (Figura 2).

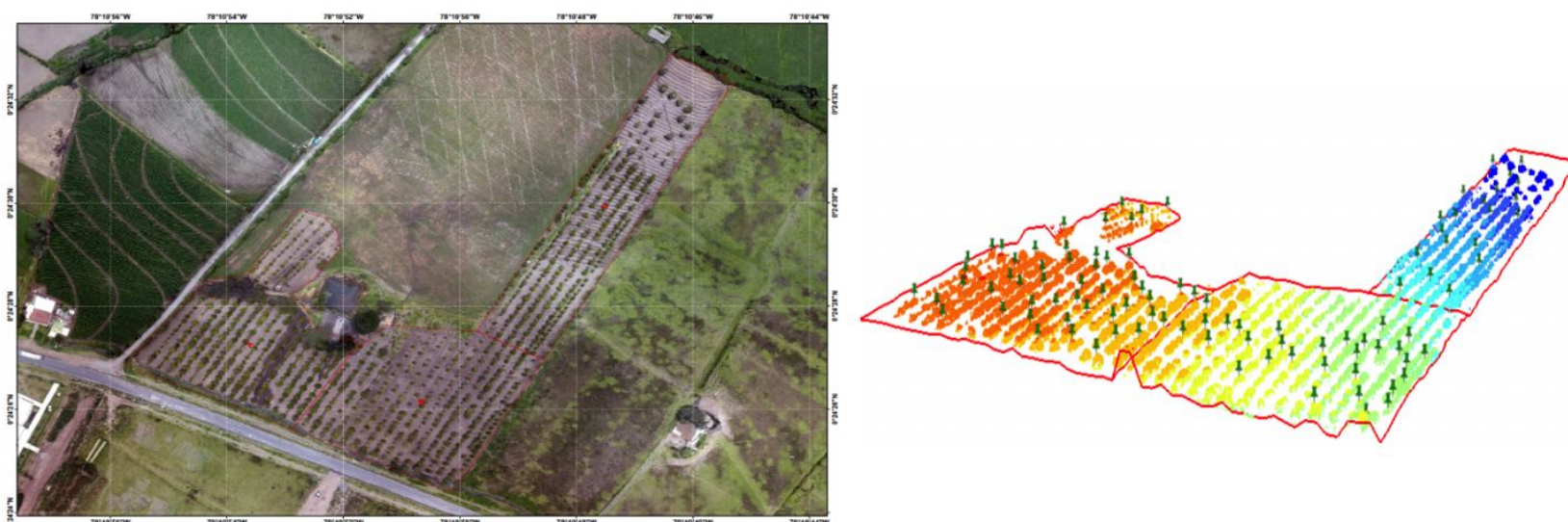


Figura 2: Área de estudio y ubicación geográfica de los 100 individuos muestreados

El método para la selección de individuos a muestrear se basó en un diseño experimental y completamente aleatorio en el cual se escogieron al azar, individuos sanos de distintos tamaños y diámetros para la medición de la altura (h) y el diámetro (DAP: diámetro del tronco a 10 cm del suelo); individuos con características heterogéneas respecto a tamaño y diámetro del tronco, con el propósito de incluir todas las categorías diamétricas y altimétricas presentes en el área de estudio. Los árboles fueron previamente marcados con el propósito de registrar su coordenada geográfica, altura y diámetro.

Antes de proceder con el procedimiento destructivo del fuste, ramas, subramas y hojas para su posterior pesaje, se estableció un procedimiento efectivo de nomenclatura y codificación en las bolsas de muestreo, con el fin de llevar un adecuado control de los datos levantados en campo. Se realizó la medición de altura y diámetro de cada individuo, luego se procedió a cortar los árboles seleccionados, seguidamente se efectuó el proceso de pesaje y medición de los componentes y toma de muestras para análisis en el laboratorio. Estudios anteriores recomiendan ampliamente, separar el árbol en fuste, ramas grandes (diámetro mayor a 20 cm en función de la capacidad de la balanza); ramas pequeñas (diámetro menor a 20 cm); y hojas, flores y frutos en caso de que existiesen

3.3.2 Empleando un UAV

La planificación de vuelo se programó para que se adquiriera los datos en campo el 19 de marzo 2018 (época seca) a las 12 horas del medio día; el plan de vuelo cubrió un área aproximada de: 73.74 Ha; un traslape horizontal y vertical del: 90%; ángulo de cámara: 45°; altitud: 127m; tiempo de vuelo: 15 min 26s; resolución espacial: 6.16 cm. Las condiciones atmosféricas fueron favorables para el vuelo (poca nubosidad y vientos ligeros)

3.4 Procesamiento de la información para la estimación de biomasa aérea

3.4.1 Empleando ecuaciones alométricas

El proceso de pesado y secado de las muestras se realizó en el laboratorio de la Escuela de Química de la Universidad Yachay Tech ubicada en el cantón Urcuquí en la provincia de Imbabura de Ecuador; donde se empleó una báscula y balanza electrónica de precisión para determinar el peso fresco de las ramas y hojas frescas. Es una práctica común estimar la biomasa por componentes (fuste, ramas, hojas), cada componente se pesó en fresco y luego se extrajo una muestra entre 50 y 200 gramos para secar en horno y estimar su contenido de materia, luego se empaquetó las muestras en bolsas de papel previamente codificadas y registradas en una base de datos. Las muestras frescas se colocaron en varios hornos de secado con cámara eléctrica digital a convección forzada programados a 60°C durante 72 horas; cada 24 horas se realizaba una medición de varias muestras

y se registraba su peso, cuando se observó que el peso seco medido era constante, se procedió a pesar todas las muestras. La biomasa aérea total de cada árbol fue calculada tal y como describe Acosta et al., (2002), como la suma de cada componente (fuste, ramas y follaje); esta se estimó utilizando el factor de relación (peso seco / peso fresco) de cada muestra y multiplicado por el respectivo peso fresco de cada componente.

El contenido de biomasa se expresa en peso seco considerando la siguiente ecuación:

$$B = \frac{Pf \times Ms}{100}$$

Donde:

B = Biomasa en kg

Pf= Peso fresco en kg

Ms= Materia seca (%)

Se organizó toda la información en una base de datos espacial georreferenciada, en la que se clasificó a cada individuo según su especie y se registró los datos de todas las variables independientes. Se siguió el procedimiento sugerido por (Walpole y Myer, 1992), donde se graficó la biomasa con cada variable independiente, con el objetivo de analizar las tendencias de los datos y definir posteriormente, el modelo de regresión a ser empleado, ya sea este lineal o no. El análisis de regresión debe cumplir varios supuestos: homogeneidad de varianzas, normalidad e independencia, en caso de que no se cumpla con alguno de éstos supuestos, se procede a transformar las variables empleando modelos logaritmos.

Una vez obtenidos los datos individuales por árbol, respecto a la biomasa aérea total, altura, volumen y diámetro, se procedió a encontrar un modelo alométrico en expresión logarítmica para cada especie, que modele lo mejor posible la proporcionalidad entre los componentes del árbol así como para las distintas formas de crecimiento del mismo, de tal forma que permita explicar la biomasa como variable dependiente en función de las dos variables independientes: altura y diámetro (Steel y Torrie, 1988).

Loetsc et al, 1973., recomienda el uso de varios modelos alométricos genéricos, de los cuales se escogió el modelo que brindó mejores condiciones de ajuste a las variables independientes, considerando el parámetro estadístico R^2 -ajust (coeficiente de determinación ajustado), el cual indica la proporción de la variación total observada en la variable dependiente, explicada por el modelo alométrico. El R^2 -ajust es un tipo de variante del R^2 , el cual no necesariamente aumenta al incluir una variable independiente adicional en el modelo debido a que penaliza la inclusión de nuevas variables independientes; si las variables independientes ingresadas al modelo son significativas, el R^2 -ajust será muy cercano al R^2 ; y cuanto más cercanos sean a 1 tanto el R^2 -ajust o el R^2 , el ajuste del modelo será mayor y este modelo será más confiable.

En este estudio se evaluaron 11 modelos genéricos, con los datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio, con el objetivo de escoger el mejor modelo que se ajuste a cada tipo de especie.

3.4.2 Empleando un UAV

Se procesaron en total 266 fotografías aéreas, en formato JPG empleando el software Pix4D (Pix4D S.A, Switzerland). El proceso fotogramétrico de reconstrucción de imágenes se completó en 90 minutos, obteniéndose un promedio de 47888 keypoint por imagen, con una optimización de la cámara de 0.69% (diferencia relativa entre los parámetros de la cámara interna inicial y optimizada); y el número de coincidencias por imagen calibrada se procesó con una media aritmética de 26478 coincidencias.

Una vez obtenidos los productos finales derivados de Pix4D: nube de puntos, modelo digital del terreno, modelo digital de superficie y ortomosaico; se procedió a identificar y ubicar a cada individuo muestreado empleado sus coordenadas geográficas en la nube de puntos. El tratamiento digital de imágenes, generación de máscaras e índices de vegetación se realizaron utilizando el software ENVI (HARRIS, Geospatial Solutions), considerando el flujo de trabajo representado en la Figura 3.

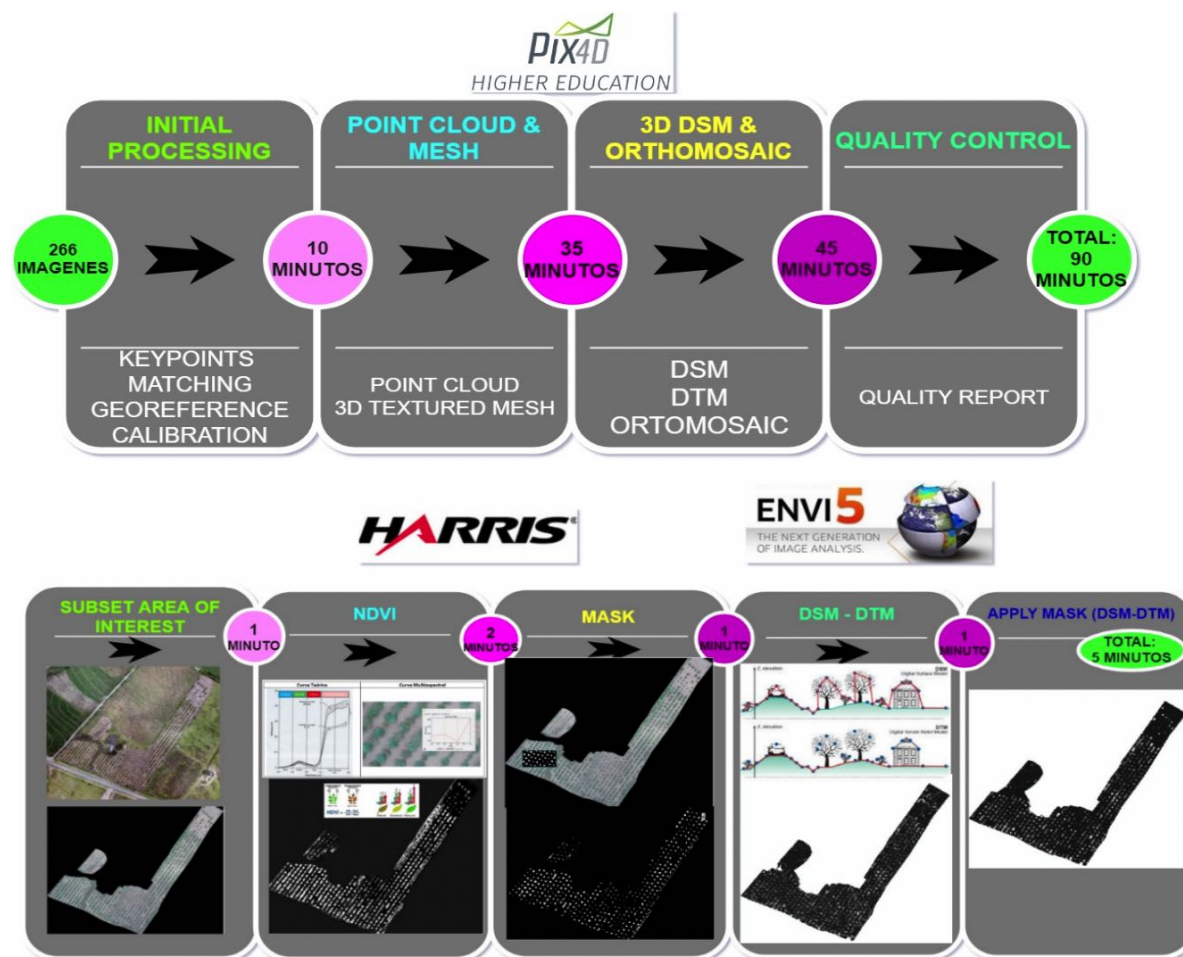


Figura 3: Flujo de trabajo fotogramétrico en Pix4D y tratamiento digital de imágenes en ENVI

Para estimaciones precisas del volumen por unidad de superficie considerando únicamente los árboles, es imprescindible aplicar una máscara generada en base al Índice de Vegetación Diferencial Normalizado, (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index), de ésta manera se excluirán otros elementos tales como: vegetación a nivel de suelo, senderos de acceso o construcciones antrópicas presentes en el área de estudio, las cuales podrían contribuir con ruido en las estimaciones de volumen y superficie.

La estimación correcta del volumen de cada individuo y el volumen total del área de estudio, se obtuvo mediante la diferencia entre el volumen comprendido entre el Modelo Digital de Superficie (DSM) y el Modelo Digital del Terreno (DTM). Para obtener el volumen individual de cada árbol se aplicó una máscara individual a cada árbol muestreado y luego se calculó éste parámetro de manera independiente.

A continuación, se procedió a calcular el factor de densidad promedio de cada especie, es decir la cantidad de biomasa por cada metro cúbico muestreado. El factor de densidad

es un componente clave para el cálculo de la biomasa empleando un dron, este valor fue estimado empleando técnicas de dendrometría, y se obtuvo en términos de peso seco por unidad de volumen verde, se siguió el procedimiento descrito Cancino (2006) el cual al usar rodela, la determinación del volumen se realiza a partir del área de sección de la rodela y del espesor medido en varios puntos o por el método del desplazamiento de líquidos, midiendo o pesando el volumen desplazado; determinado el volumen, la rodela se seca en horno a 105°C hasta peso constante.

$$\delta = \frac{Ps}{Vs} \quad (1)$$

Donde:

δ es el factor de densidad (kg/m³)

Ps es el peso seco de la muestra

Vs es el volumen fresco de la muestra

Para la especie persea americana se sacó el promedio de los valores medidos de los 51 individuos y de esta manera se obtuvo una densidad promedio de 15.55 kg/m³ y 11.59 kg/m³ para la especie citrus reticulata empleando el promedio de los datos de los 49 individuos.

La estimación de biomasa aérea ya sea de cada árbol muestreado o de todos los árboles se realizó empleando la siguiente fórmula:

$$B = \delta \times V \quad (2)$$

Donde:

B = Biomasa en kg

Fd= Factor de densidad en kg/m³

V= Volumen en m³

4. Resultados

4.1 Empleando ecuaciones alométricas

Considerando el tipo de especie como estratificación de muestreo, se trató estadísticamente a cada especie por separado; en la Tabla 2 se muestran las estadísticas básicas para los 100 individuos muestreadas, 49 correspondieron a mandarina y 51 a aguacate.

Especie:		<i>persea americana - aguacate</i>					
Componente	n	Media	Min	Max	Mediana	Moda	Desv. Est
Altura Total	51	2.3967	1.45	3.08	2.415	2.69	0.38847
DAP(10cm)	51	51.2451	25	75.8	51.5	43.5	10.1777

Especie:		<i>citrus reticulata - mandarina</i>					
Componente	n	Media	Min	Max	Mediana	Moda	Desv. Est
Altura Total	49	2.3902	1.45	3.08	2.41	2.69	0.38494
DAP(10cm)	49	50.9971	25	69.3	51.2	43.5	9.92107

De los 11 modelos genéricos probados, 3 incluyeron como variables independientes el diámetro y la altura; de los cuales 3 (27.27%) resultaban con un R2 significativo con al menos una especie. Los modelos probados considerando el diámetro como variable independiente fueron 7 (63.63%) y en algunos casos mostraron un R2 significativo, pero menor respecto al mayor R2 escogido y en otros casos un R2 significativo pero un alto error residual ajustado; mientras que solamente se empleó 1 (9.1%) modelo usando la altura como variable explicativa, donde también mostró un R2 significativo pero un alto error residual ajustado (Tabla 3)

No	Modelo Alométrico	Especie: Citrus reticulata - Mandarina		Especie: Persea americana - Aguacate	
		R ²	EMC/Error Estándar Residual	R ²	EMC/Error Estándar Residual
1	LnB= a + b × LnDAP (Husch)	0.9327	0.0886	0.9534	0.0856
2	LnB= a + b × DAP ²	0.9456	0.0796	0.9311	0.1040
3	B= a + b × LnDAP	0.9113	6.8120	0.9333	8.4280
4	B= a + b × DAP (Berkhout)	0.9568	4.7510	0.9658	6.0320
5	B= a + b × DAP ² (Kopezky)	0.9568	4.7510	0.9658	6.0320
6	LnB= a + b × LnDAP + c × (LnDAP) ²	0.9327	0.0886	0.9534	0.0856
7	LnB= a + b × LnDAP + c × h	0.9556	0.0719	0.9693	0.0695
8	B= a + b × DAP ² + c × h	0.9570	4.7410	0.9739	5.2720
9	Log ₁₀ B = a + b × DAP + c × DAP ²	0.9456	0.0346	0.9311	0.0452
10	B = a + b × h	0.9038	7.0940	0.9550	6.9270
11	B= a + b × DAP + c × h	0.9570	4.7410	0.9739	5.2720

No	Modelo Alométrico	Especie: Citrus reticulata - Mandarina		Especie: Persea americana - Aguacate	
		R ²	EMC/Error Estándar Residual	R ²	EMC/Error Estándar Residual
1	LnB= a + b × LnDAP (Husch)	0.9327	0.0886	0.9534	0.0856
2	LnB= a + b × DAP ²	0.9456	0.0796	0.9311	0.1040
3	B= a + b × LnDAP	0.9113	6.8120	0.9333	8.4280
4	B= a + b × DAP (Berkhout)	0.9568	4.7510	0.9658	6.0320
5	B= a + b × DAP ² (Kopezky)	0.9568	4.7510	0.9658	6.0320
6	LnB= a + b × LnDAP + c × (LnDAP) ²	0.9327	0.0886	0.9534	0.0856
7	LnB= a + b × LnDAP + c × h	0.9556	0.0719	0.9693	0.0695
8	B= a + b × DAP ² + c × h	0.9570	4.7410	0.9739	5.2720
9	Log ₁₀ B = a + b × DAP + c × DAP ²	0.9456	0.0346	0.9311	0.0452
10	B = a + b × h	0.9038	7.0940	0.9550	6.9270
11	B= a + b × DAP + c × h	0.9570	4.7410	0.9739	5.2720

Tabla 3: Evaluación de 11 modelos alométricos.

La biomasa aérea de cada individuo fue estimada considerando la altura y el diámetro como dos variables independientes de entrada, considerando el modelo genérico propuesto por Schumacher-Hall de la forma: $\ln B = a + b * \ln \text{dap} + c * h$, ya que este modelo presentó el mejor ajuste en la estimación de la biomasa. Este modelo alométrico fue calculado y ajustado a las condiciones reales y locales del huerto comercial del área de estudio con presencia de cultivos de tipo frutal, el procesamiento de los datos fue desarrollado en el software estadístico RStudio - R Core Team (2018).

Una vez determinadas las ecuaciones con mejor ajuste se seleccionaron los mejores valores de R² y error estándar residual; únicamente se tomó en cuenta estos dos criterios de validación para seleccionar el modelo de mejor ajuste. En este caso se escogió el modelo con un R²-ajust de 0.9693 (p-value: < 2.2e-16) para la especie *Persea americana* y un R²-ajust de 0.9556 (p-value: < 2.2e-16) para la especie *Citrus reticulata* (Tabla 4).

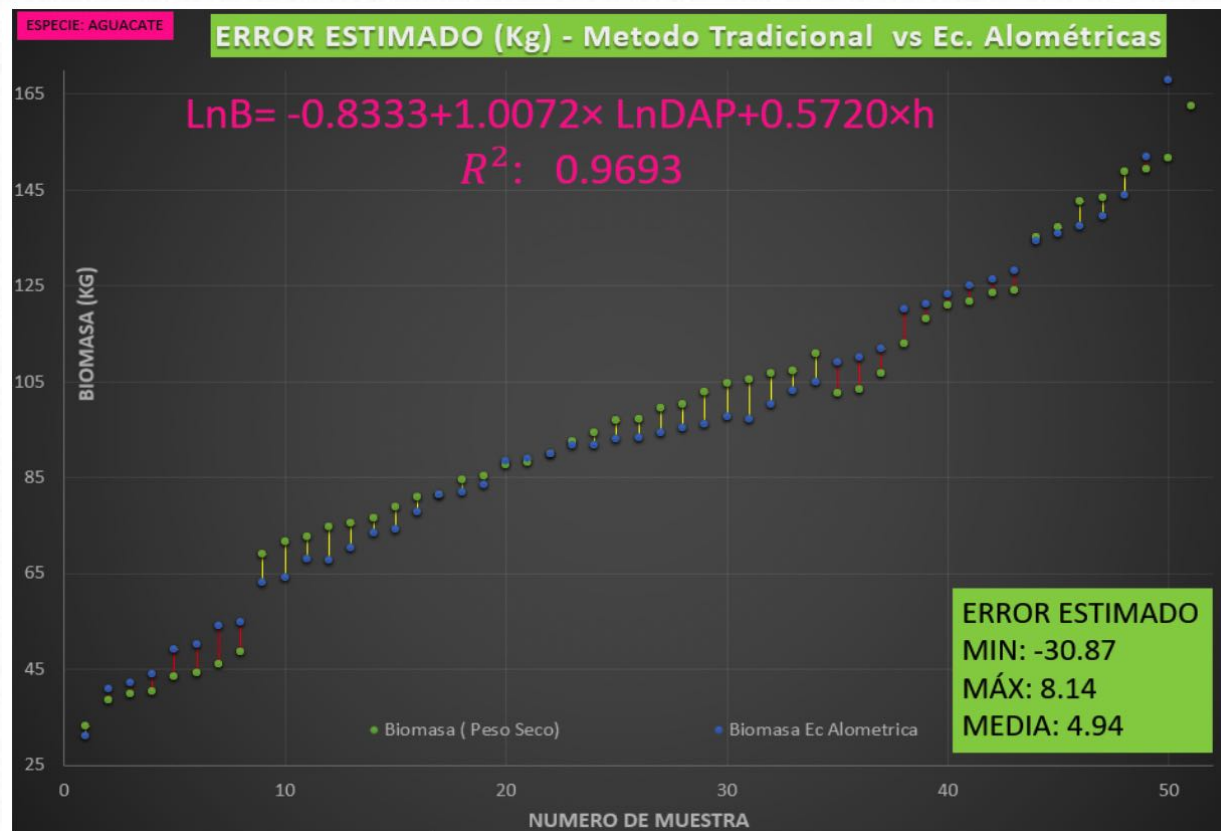
Tabla 4: Ecuaciones Alométricas para cada especie empleadas para estimar biomasa aérea.

Especie	Aguacate (<i>Persea americana</i>)					Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)				
Modelo Alométrico	LnB= -0.8333+1.0072× LnDAP+0.5720× h					LnB= 1.3056+0.3117× LnDAP+0.6789× h				
<i>Residuales</i>	<i>Min</i>	<i>1Q</i>	<i>Media</i>	<i>3Q</i>	<i>Max</i>	<i>Min</i>	<i>1Q</i>	<i>Medi a</i>	<i>3Q</i>	<i>Max</i>
	-0.174	-0.038	0.011	0.052	0.111	-0.103	-0.05	-0.007	0.023	0.314
<i>Coefficientes</i>	<i>Intercepto</i>		<i>Ln(DAP)</i>		<i>h</i>	<i>Intercepto</i>		<i>Ln(DAP)</i>		<i>h</i>
	-0.8333		1.0072		0.5720	1.3056		0.3117		0.6789
R²-ajust	0.9693					0.9556				
Error Estándar Residual	0.0695					0.0719				

B: Biomasa aérea total (kg); DAP: Diámetro del tronco a 10 cm del suelo; H: Altura (m)

Después de haber seleccionado los modelos alométricos de mejor ajuste para cada especie, se graficaron los valores estimados usando el modelo respectivo para cada especie contra los valores observados en los individuos muestreados; la nube de puntos teórica debería alinearse a lo largo de una recta $y = x$. La distancia vertical entre los puntos y la línea son denominados errores en la predicción, los cuales manifiestan la variabilidad espacial respecto a los valores observados, evidenciando un sesgo en el modelo, el cual representa la sobreestimación y subestimación en cada observación (Figura 4).

Análisis de errores: Especie: Persea americana



Análisis de errores: Especie: Citrus reticulata

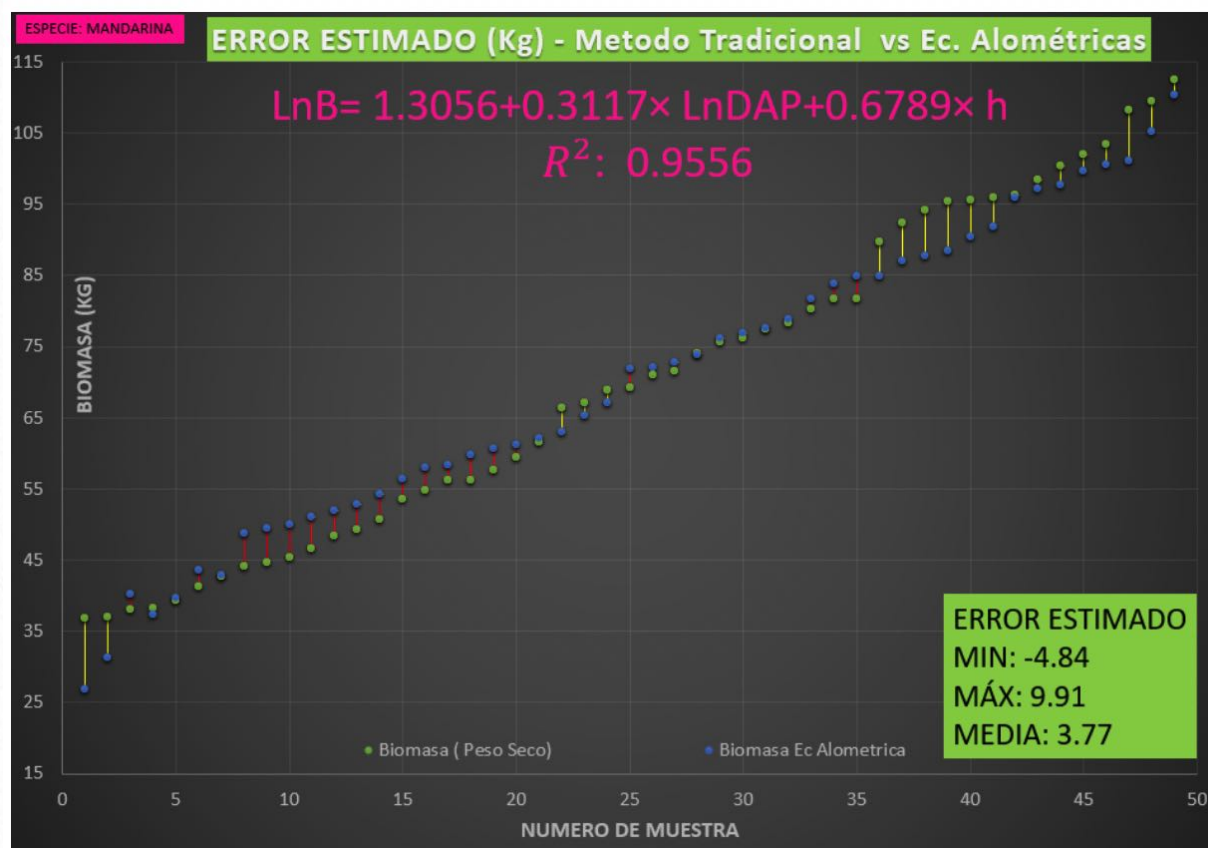


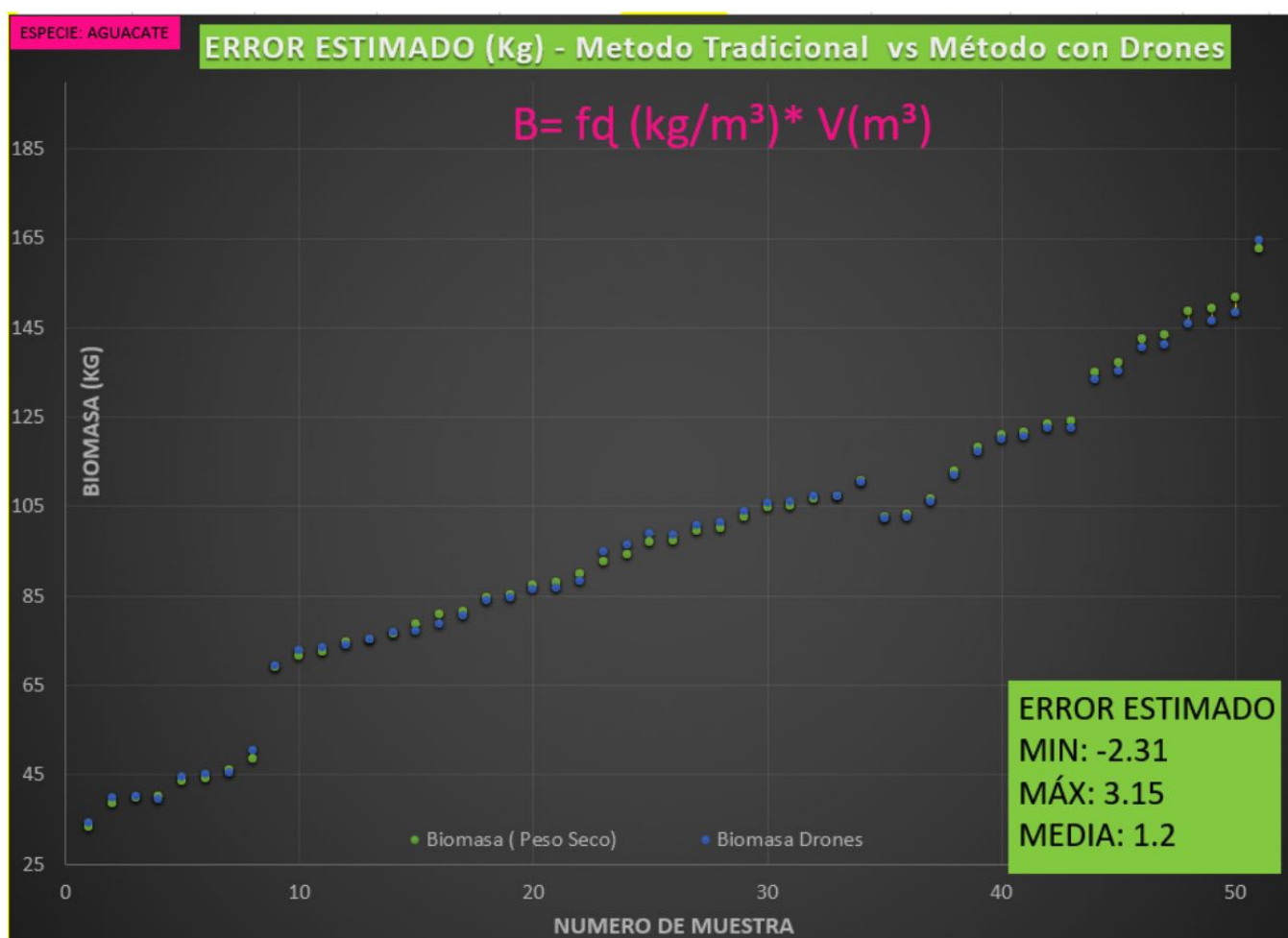
Figura 4: Errores estimados entre modelos alométricos versus métodos tradicionales.

4.2 Empleando un UAV

El tiempo de adquisición de las imágenes con el dron fue de 15 minutos 26 segundos; en 90 minutos se efectuó el proceso de reconstrucción fotogramétrica de las 266 imágenes; el tratamiento digital de imágenes fue de 5 minutos; la estimación de la biomasa empleando Sistemas de Información Geográfica se llevó a cabo en 45 minutos; dando un total de 2 horas 35 minutos y 26 segundos; tiempo empleado para llevar a cabo de manera satisfactoria una estimación rápida de biomasa aérea en cultivos frutales.

Se realizó la respectiva comparación de observaciones reales contra las estimaciones obtenidas por medio de información provenientes de un dron; en donde se observó que, de manera puntual e individual, las sobreestimaciones y subestimaciones son mucho más pequeñas, entre los valores de biomasa obtenidos por métodos tradicionales comparado con el método propuesto con drones (Figura 5).

Análisis de errores Especie: Persea americana



Análisis de errores Especie: Citrus reticulata

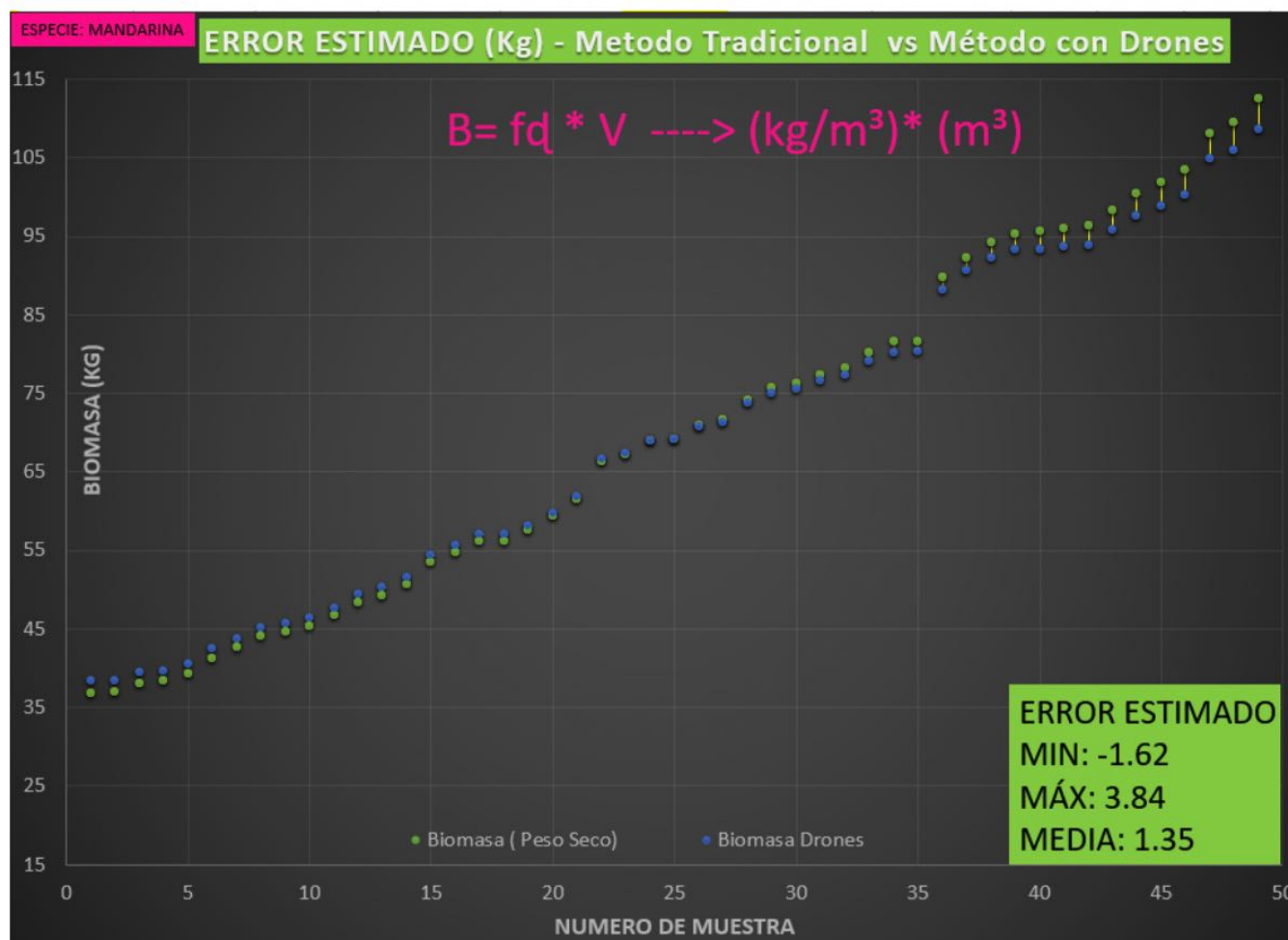


Figura 5: Errores estimados empleando método con drones versus métodos tradicionales.

5. Discusión

- Respecto al número de individuos muestreados (100) versus la población total, se determinó un nivel de confianza para la muestra seleccionada en un valor de 99% y un Margen de Error de 11.8 %. Estos valores se consideran válidos y aceptados considerando la normativa forestal ecuatoriana para inventarios forestales y el texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente (TULAS – Decreto Ejecutivo 356) expedido el 31 de marzo de 2003; el cual establece mínimo un nivel de confianza del 95% y un error máximo permitido del 20% para muestreos forestales.
- Respecto a los criterios de validación de los modelos alométricos, el manual de la FAO de Picard et al., (2012) mencionan seis criterios de validación el sesgo, la suma de cuadrados de los residuales (SCE), la varianza residual (s^2), el error residual ajustado (ECM), el R^2 y el criterio de información de Akaike (AIC); González (2008) consideró tres de

ellos el R^2 , ECM y AIC; Pérez y Díaz (2010) usaron R^2 , error absoluto medio y prueba de Durbin y Watson. En este estudio, se consideraron el R^2 y el error estándar residual, como criterios de validación para la selección del mejor ajuste en el modelo alométrico para cada especie.

- Si se enfoca el análisis de errores de estimación de biomasa de manera puntual e individual para cada árbol, en el método propuesto, los sesgos son mucho menores que en los valores obtenidos empleando ecuaciones alométricas. Sin embargo, de forma global, cuando se sumó la biomasa total de los 100 individuos muestreados se pudo observar que, el método empleando ecuaciones alométricas fue mucho más preciso que el método propuesto al estimar la biomasa en ambas especies frutales. Lo que supone que el método empleando un dron tiende a sobreestimar los valores de biomasa, mientras que por modelos alométricos existe de cierta forma una compensación entre las subestimaciones y sobrestimaciones de biomasa.

- El modelo de ecuación alométrica que mejor se ajustó y que mejor estima la biomasa en la especie *Persea americana* es $\text{Ln}B = -0.8333 + 1.0072 \times \text{LnDAP} + 0.5720 \times h$, con un R^2 -ajust de 0.9693 y un error estándar residual de 0.06945; mientras que para el modelo de ecuación alométrica que mejor se ajustó y que mejor estima la biomasa en la especie *Citrus reticulata* fue: $\text{Ln}B = 1.3056 + 0.3117 \times \text{LnDAP} + 0.6789 \times h$ con un R^2 -ajust de 0.9556 y un error estándar residual de 0.0719. La ecuación alométrica para la especie *Persea americana* tiene un rango de aplicabilidad en árboles con clase diamétricas entre 30.2 a 51 cm y un rango de altura entre 1.46 a 3.04 m; mientras que la ecuación alométrica para la especie *Citrus reticulata* tiene un rango de aplicabilidad en árboles con clase diamétricas entre 25 a 66.2 cm y un rango de altura entre 1.45 a 3.08 m. La aplicación de estos modelos alométricos es de carácter local para estas especies específicas, el empleo de estas ecuaciones en áreas con condiciones diferentes podría incurrir en errores y generación de resultados no confiables.

- Segura et al., (2008), recomienda usar modelos que incluyan máximo dos variables independientes de fácil medición como el diámetro y la altura; esto se corrobora ya que los modelos que usaron el diámetro y la altura mostraron un mejor ajuste en las ecuacio-

nes alométricas, debido a que se aumentó el número de variables explicativas para la predicción de las ecuaciones alométricas.

- Se debe analizar el comportamiento de los modelos seleccionados en los extremos y fuera del rango de los datos con los cuales se construyeron. Segura et al., (2008), afirma, si la curva de un modelo cambia drásticamente al usarlo fuera del rango mencionado, éstos deben ser reevaluados o descartados.
- El éxito de la aplicación de esta metodología propuesta, depende directamente de tres componentes claves; el primero es el cálculo previo del factor de densidad de cada especie a ser estudiada y esta puede ser estimada de manera muy precisa empleando técnicas de dendrometría básica; el segundo es el cálculo del volumen y ésta variable depende básicamente de las características, prestaciones del diseño de la cámara digital así como su resolución; y finalmente el tercer componente es la planificación del vuelo (geometría de toma de fotografía, altura de vuelo, hora de adquisición, etc)
- En futuros estudios, se tiene previsto reproducir la metodología propuesta en otras especies forestales, frutales y especialmente en vegetación rastrera con características diferentes de crecimiento y distribución espacial, con la finalidad de detectar problemas e inconvenientes en la obtención de información de captura y de esta manera tomar en cuenta estos inconvenientes con el fin de proponer una metodología más generalizada.

6. Conclusiones

- Considerando los factores: tiempo (en la obtención de resultados confiables), coste económico y afectación ambiental, se considera la metodología propuesta como una alternativa preliminar viable frente a los métodos tradicionales destructivos o al uso de ecuaciones alométricas, si el objetivo es realizar una primera evaluación y estimación rápida de biomasa.
- Se recomienda realizar campañas de muestreo en campo más extensas e intensas, con el fin de obtener mayor número de muestras y variedad de diámetros y alturas, para

obtener una mejor distribución de clases de las variables independientes que intervienen en la ecuación.

- El empleo de drones ha demostrado también ser una herramienta viable, útil y sobre todo rápida para la estimación del volumen arbóreo en base a la utilización de la nube de puntos generada en el pos procesamiento de la información. Esta estimación del volumen contribuye de forma alternativa a las técnicas tradicionales de cubicación de volúmenes arbóreos.
- El empleo de modelos alométricos han sido muy exitosos en el desarrollo y generación de modelos locales de biomasa, éstas se constituyen en una herramienta muy valiosa para desarrollar proyectos de modelamiento y mitigación de gases de efecto invernadero; sin embargo, el empleo de drones en esta temática, tiene grandes posibilidades de convertirse en una herramienta confiable de apoyo para efectos de estimación preliminar de biomasa aérea.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación va dedicado y dirigido con una expresión de gratitud y agradecimiento al SEÑOR.

A Johanna, Génesis y mi pequeña hija que está en camino, por su apoyo total y amor incondicional. Esto y mucho más, va por ustedes.

A la Universidad de Investigación Yachay Tech por su apoyo incondicional en la generación de este trabajo y en la participación en este congreso internacional.

A Paul Arellano PhD, Decano de la Escuela de Geología; a Hugo Romero, Profesor Investigador de la Escuela de Biología; Erika, Mariela, María, Karen, Jorge, Cristian y Carlos, estudiantes de GIS.

Referencias

Acosta-Mireles, M., J. Vargas-Hernández, A. Velásquez-Martínez y J.D. Etchevers-Barra. (2002). Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia* 36(6):725-736.

Bastienne, S. (2001). Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempreverde. En Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales 18 al 20 de Octubre del 2001 Valdivia (pp. 1–13)

Berni, J., Zarco-Tejada, P., Surez, L., González-Dugo, V., and Fereres, E.(2008).Remote sensing of vegetation from uav platforms using lightweight multispectral and thermal imaging sensors, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*,XXXVII.

Berni, J. A. J., Zarco-Tejada, P. J., Suarez, L., and Fereres, E.(2009).Thermal and Narrowband Multispectral Remote Sensing for Vegetation Monitoring From an Unmanned Aerial Vehicle, *IEEE T. Geosci. Remote*, 47, 722–738, doi:10.1109/Tgrs.2008.2010457.

Brown, S. 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. XI congreso forestal mundial. US Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Western Ecology Division, pp. 13-22.

Calderón, M., & Lozada, V. (2010). Determinación de biomasa y contenido de carbono en plantaciones forestales de *Polylepis incana* y *Polylepis reticulata*. Escuela Politécnica Nacional.

Cancino, J. (2006). *Dendrometría básica*. Concepción, Chile: Universidad de Concepción. 163 p.

Díaz, R., Acosta, M., Carrillo, F., Buendía, E., Flores, E., & Etchevers, J. (2007). Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl . et Cham. *Madera Y Bosques*, 13(1), 25–34.

Espada, J. (2013). Los árboles frutales como sumideros de CO₂ desempeñan un importante servicio ambiental. *Alimentación y Fomento Agroalimentario*. 248.

González, M. (2008). Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi* HE Moore, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Mtz. y *Quercus* sp. en el norte del Estado de Chiapas, México.

IGM, Instituto Geográfico Nacional. (2003). ¿Qué es la Geodesia?. Recuperado el 21 de julio de 2016, de <https://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesGeodesiaGd.doc>

IGM, Instituto Geográfico Militar. (2013). Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador – REGME. Recuperado el 19 de marzo de 2016, de IGM, Instituto Geográfico Militar: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/wpcontent/uploads/2013/01/RED-GNSS-DE-MONITOREO-CONTINUO-DELECUADOR.pdf>

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2010). Censo Nacional de población y vivienda.

Kawamura, K., Sakuno, Y., Tanaka, Y., Lee, H.-J., Lim, J., Kurokawa, Y., and Watanabe, N. (2011). Mapping herbage biomass and nitrogen status in an Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) field using a digital video camera with balloon system, *J. Appl. Remote Sens.*, 5, 053562, doi:10.1117/1.3659893.

Lelong, C. C. D., Burger, P., Jubelin, G., Roux, B., Labbe, S., and Baret, F. (2008). Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots, *Sensors*, 8, 3557–3585, doi:10.3390/S8053557.

Link, J., Senner, D., and Claupein, W. (2013). Developing and evaluating an aerial sensor platform (ASP) to collect multispectral data for deriving management decisions in

precision farming, *Comput. Electron. Agr.*, 94, 20–28,
doi:10.1016/j.compag.2013.03.003.

Loetsch, F; Zohrer, F; Haller, KE. (1973). *Forest inventory*. Munich, DE, BLV Verlagsgesellschaft. 469 p

López, J. et al, (2001), Características fotosintéticas de cinco especies forestales, Investigación realizada en el centro Nacional de investigaciones de Café CENICAFE, Chinchiná Colombia

Nebiker, S., Christen, M., Eugster, H., Flückiger, K., & Stierli, C. (2007). Integrating mobile geo sensors into collaborative virtual globes-design and implementation issues. En *Mobile Mapping Technologies Symposium MMT*. Citeseer

Nebiker, S., Annen, A., Scherrer, M., and Oesch, D. (2008). A Lightweight Multispectral Sensor for Micro UAV – Opportunities for Very High Resolution Airborne Remote Sensing, XXI ISPRS Congress. Beijing, China.

Pérez Lara, M. C. y Díaz Timoté, J. J. (2010). Estimación del Carbono Contenido en la Biomasa Forestal Aérea de dos Bosques Andinos en los Departamentos de Santander Y Cundinamarca. Master's Thesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Picard, N., Saint-André, L. y Henry, M. (2012). *Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción*. 223 p.

R Core Team. (2018). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Riofrío, J., Herrero de Aza, C., Grijalva, J., & Bravo, F. (2013). Modelos para estimar la biomasa de especies forestales en sistemas agroforestales de la ecorregión andina del Ecuador. In 6° Congreso Forestal Español (pp. 1–13). Quito

Ruiz, A. (2002). Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Mantiguás, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE.106 p.

Seelan, S. K., Laguette, S., Casady, G. M., and Seielstad, G. A. (2003). Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach, Remote Sens. Environ.,88,157–169.

Segura, M; Andrade H. 2008. ¿Cómo hacerlo? ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes? Agroforestería de las Américas, 46:89- 96.

Solano, D., C. Vega, V. H. Eras, y K. Cueva. 2014. Generación de modelos alométricos para determinar biomasa aérea a nivel de especies, mediante el método destructivo de baja intensidad para el estrato de bosque seco pluviestacional del Ecuador. CEDAMAZ 4: 32- 44.

Stafford, J. V.: Implementing precision agriculture in the 21st century.(2000). J.Agr. Eng. Res., 76,267–275.

Steel, RGD; Torrie, JH .(1988). Bioestadística: principios y procedimientos. México, McGraw-Hill.613p

UNESA, (2005). Forestación y Reforestación. Sumideros de Carbono. En: Metodologías para la Implementación de los Mecanismos flexibles de Kioto – Mecanismo de Desarrollo Limpio en Latinoamérica. Rivero Torre, Pedro, León, Gonzalo, Eichhamer, Wolfgang, Deputy, Gázquez Mateos, José Luis, González Santaló, José Miguel, Ferrando Bravo, Gerardo, Cisneros Gárate, Pablo, Pérez Pallarés, Diego. Capítulo 8.

Victoria, F. 2010 “Etiquetado de carbono en las explotaciones y productos agrícolas. La iniciativa agricultura murciana como sumidero de CO2”. www.lessco2.es

Von Bueren, S. K., Burkart, A., Hueni, A., Rascher, U., Tuohy, M. P., & Yule, I. J. (2015). Deploying four optical UAV-based sensors over grassland: challenges and limitations. *Biogeosciences*, 12(1), pp.163-175.

Walpole, R; Myers, R. (1992). *Probabilidad y estadística*. 4 ed. México, McGraw-Hill. 797p.

Zambrano A, Franquis F e Infante A. (2004). Emisión y captura de carbono en los suelos en Ecosistemas Forestales. *Revistas Forestal. Lat.* Núm. 35, pp11-20.

TEMA 5: La enseñanza de las ciencias en la sociedad de la información.

A partir de la década del 90, gracias a la NSF (National Science Foundation de USA) se ha integrado la enseñanza de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM en inglés) como un enfoque de integración colaborativa entre los actores del aula, para la solución de problemas contextualizados mediante la “instrucción integrada” donde converjan dos o más disciplinas. Una gran sinergia se ha desarrollado con la formación STEM, pues el alumno “aprende fabricando” (haciendo) con el concurso de la ingeniería como concepto integrador pero con el apoyo de la tecnología, la ciencia y las matemáticas. Veamos algunos temas que dan arraigo a las ciencias en el aula de clase

19

¿Qué Enseñar al Educador Infantil sobre la Ciencia para la Primera Infancia?

“Si no hay ciencia, el país queda en manos ajenas”

Rodolfo Llinas

Yolanda Rodriguez Bernal

Universidad Pedagógica Nacional Bogotá
Colombia

Sobre la Autora:

Yolanda Rodriguez Bernal, Licenciada en Ciencias de la Educación con énfasis en Preescolar, magíster en Educación Pontificia Universidad Javeriana, docente universitaria en áreas pedagógicas, didácticas, competencias comunicativas, habilidades comunicativas, comprensión y producción de textos, investigación, ciencia y tecnología para la formación de educadores infantiles. Docente en áreas virtuales en aprendizaje autónomo. Asesora de proyectos educativos para adultos, currículo, evaluación. Coinvestigadora en CTS, modelos virtuales de aprendizaje. Coordinadora de práctica docente. Directora de investigación. Auditora interna de tercera parte ISO 9000- versión 2008. Interventora Social. Par Académico de Acreditación Normales. Ponente Nacional e Internacional.

Correspondencia: yolandarober@gmail.com. yrodriguez@pedagogica.edu.co

Resumen

La siguiente reflexión invita al lector a reflexionar sobre la formación en ciencias del educador infantil, para ello los maestros encargados del área del programa de educación infantil de la Universidad Pedagógica Nacional, de Bogotá – Colombia, nos dimos a la tarea de repensar la formación y la pertinencia de qué enseñar a maestros y maestras para los más pequeños. A partir de allí, encontramos que la ciencia es el eje potenciador del pensamiento para la primera infancia. Aquí mostramos los avances.

Palabras claves: ciencia de la cotidianidad, educador infantil, enseñar ciencia, investigación acción educativa.

¿What to teach the child educator on Science for early childhood?

Abstract

The following reflection invites the reader to reflect on training in child educator, so science teachers responsible for the area of the programme of education of the National Pedagogical University, Bogotá - Colombia, we realized the task of Rethinking the formation and the relevance of what teaching to teachers for children. From there, we find that science is thought early childhood Enhancer shaft. Here we show the progress.

Key words: Science of everyday life, child educator, teaching science, educational action research.

Introducción

Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada “sociedad del conocimiento”, tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. Para ello, es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes de un saber compartido. El reto para una sociedad democrática es que la ciudadanía maneje conocimientos suficientes para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable trascendencia social y poder participar democráticamente en la sociedad para avanzar hacia un futuro sostenible para la humanidad

(Ciencias para el mundo contemporáneo, 2008:36).

Uno de los mayores cuestionamientos que tiene un licenciado o licenciada como educador infantil, es encontrar que esta formación adolece de disciplina, razón por la que no se enmarca en las ciencias naturales, ni en la química o la física, tampoco es visible su formación en ciencias como la matemática o en las ciencias sociales. Menos aún, pertenece a las ciencias humanísticas como la filosofía, la religión, el lenguaje o la lingüística, con esta revisión es factible comprender que los planes de estudio de formación de estos licenciados, están asociados en su mayoría a enseñar la didáctica y la pedagogía de la ciencia, la matemática, la ética, entre otros, Sin embargo, enseñan a leer, a escribir, a sumar, desde lo aprendido en la básica o la media, de los que se pueden inferir que estos conceptos se han adquiridos fragmentados, errados, e imprecisos, Y así los replicamos a niños y niñas en edades tempranas. Teniendo esta situación clara, surge la pregunta: ¿qué enseñar en ciencias?, a los licenciados educadores infantiles.

En un primer momento el grupo de maestros encargados del área, nos dimos a la tarea de discutir, sobre que debíamos enseñar, en un primer momento, pensamos si lo que pretendíamos era hacer una mirada a los procesos reflexivos contemplados para enseñar ciencias para la primera infancia, y en un segundo momento si lo que pretendíamos era hacer una mirada crítica a las disposiciones de los entes internacionales, junto con los supuestos del Ministerio de Educación, (MEN), todos ellos formulados para edades tempranas.

Un tercer momento nos ubica en las implicaciones que tiene el pensamiento científico en los niños y niñas.

Después de muchas discusiones, coincidimos en que solo quien conoce puede enseñar, en palabras de Freire, “enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción”.

Entonces pensamos que, no solo las anteriores propuestas permitían que los licenciados pudiesen enseñar lo que no conoce y nos dimos a la tarea de pensar en desmitificar, desaprender la ciencia de los futuros maestros y maestras, esto lo logramos con algunos sondeos sobre los preconceptos adquiridos en la básica y la media. Con los resultados “nefastos” de los preconceptos de velocidad, aceleración, materia, partícula entre muchos otros.

Maduramos la idea de volver estos conceptos cotidianos, en una extensa y exhaustiva búsqueda nos encontramos con la “ciencia de la cotidianidad”, como fundamento para la enseñanza – aprendizaje, esto significaba por un lado situar al maestro en formación frente a sus propios “temores” y por otro dar razones a las preguntas de los niños y niñas. El detonante que nos mostró la ruta fueron las preguntas cotidianas de los niños y las niñas y “descubrimos” que sus preguntas giraban en torno a fenómenos, ya que se preguntan por “el sol”, “el calor”, “el agua”, “el arco iris”, “la luna”, “el helado derretido”, entre muchas de sus preguntas, pensamos que el programa de Educación Infantil de la Universidad Pedagógica Nacional, debía ofrecer al nuevo licenciado para la primera infancia, una oportunidad de pensarse la ciencia para responder las preguntas de los más pequeños.

Metodología:

Metodológicamente vinculamos la investigación con el paradigma socio- crítico, en tanto que compartíamos la posición crítica y la investigación participativa con nuestros estudiantes, sobre la cual se evidenciaba la problemática real, allí buscábamos generar alguna transformación todos en el proceso de enseñanza aprendizaje. Razón por la que hicimos algunas revisiones y encontramos que algunos autores se ubican “...dentro del paradigma naturalista, pero su marcado acento está en el cambio social y su carácter participativo y le otorgan una particularidad que justifica el entenderlo como un paradigma distinto.” (Ro-

dríguez, 2014, p. 29). Entonces, ampliamos el espectro del enfoque de corte cualitativo debido a que se busca orientar la investigación a la comprensión de las acciones propias de un contexto específico que permitiera una reflexión sobre el quehacer de la investigación en el aula.

Y reconocimos que “el enfoque cualitativo se orienta a la comprensión de las acciones de los sujetos en función de la praxis. Ya que es allí donde se cuestiona el comportamiento de las personas regido por leyes generales y caracterizadas por regularidades subyacentes. Los esfuerzos del investigador se centran más en la descripción y la comprensión de lo que es único y particular en el sujeto, que en lo que es generalizable”. (Rodríguez, 2014, p.32).

Profundizamos, en la Investigación Acción Pedagógica, IAP, en tanto que es un proceso reflexivo – activo que exige para la realización de la implicación individual y colectiva de los actores, por medio de la reflexión constante del conocimiento transformador en el quehacer en el aula. Para ello retomamos a Foucault (1970), citado por Rodríguez, en su afirmación:

“la aplicación más específica, o una variante del modelo de investigación-acción educativa, es la investigación-acción pedagógica que utiliza el modelo de investigación-acción para transformar la práctica pedagógica personal de los maestros investigadores elevado a estatus de saber los resultados de la práctica discursiva de los mismos. Como bien lo ha señalado Foucault en su *Arqueología del Saber*, la práctica discursiva lleva a una formación discursiva que comprende grupos de objetos, enunciaciones, conceptos, elecciones teóricas que la práctica discursiva (o discurso pedagógico en términos de B. Bernstein) va moldeando. A partir de todo esto se construyen proposiciones coherentes (o no), se desarrollan descripciones más o menos exactas, se efectúan verificaciones, se despliegan teorías que se someten a ensayo” (Rodríguez, 2006 p. 95).

Con esta información, fuimos registrando a través de las notas de campo, tres categorías: por un lado, cruzamos los preconceptos de los estudiantes sobre ciencia adquiridos en la básica y la media, por otro lado, elevamos las preguntas de los niños y niñas en la cotidianidad del aula donde los maestros en formación realizan la práctica y por último “exigi-

mos” la implementación de lo visto en clase en la práctica donde se hacen maestros en formación, lo que permitió definir los temas.

Del análisis del cruce de variables, (como lo muestra la figura No 1), las notas de campo fueron mostrando la ruta a seguir, los temas pertinentes que pudiesen desmitificar algunos conceptos “errados”, “laxos” e “incomprensibles” para volverlos mucho más cotidianos.



Figura 1 construcción propia Variables

Educación

Fijada la ruta investigativa a través de registros, abordamos la búsqueda de caracterizar a la infancia colombiana vinculada con la ciencia, aquí, fue visible encontrar que los dos componentes en los que el país reflexiona se centra en la perspectiva educativa por un lado y por otro el de las políticas públicas o el ámbito político, el primero reconoce los lineamientos o estándares de calidad dentro del sistema educativo y el segundo en el campo normativo, dos componentes:

“...existen diversos enfoques teóricos que, desde las neurociencias, la psicología, la pediatría, la pedagogía y otras disciplinas -incluyendo la economía y la política- se ocupan del desarrollo infantil desde distintos abordajes y matices, hay consenso acerca de la importancia de la primera infancia y, específicamente, del período entre cero y tres años como la etapa de mayores posibilidades en cuanto maduración y aprendizaje. Las investigaciones de la neurología, por ejemplo, han comprobado que la maleabilidad y plasticidad del cerebro infantil es prácticamente ilimitada y que durante la etapa intrauterina y los tres primeros años de vida se registran un crecimiento neuronal acelerado y una proliferación inusitada de conexiones entre las neuronas. El cerebro está compuesto por millones de estas células que se unen a través de conexiones o redes neuronales -sinapsis-, en un proceso conocido como “cableado cerebral”. (Reyes, 2007, p. 20).

Desde esta afirmación, es posible encontrar que en el país los maestros en formación no hallan escenarios propicios para el ejercicio docente que les permita relacionar a ciencia en edades tempranas, todo ello debido a las concepciones “equivocadas”, que sobre estas dos categorías analizan los autores que sustentan estos componentes. Razón por la que este abordaje investigativo de esta apuesta intenta decantar aspectos relevantes de la participación de los maestros en formación para niños y niñas en edades tempranas.

En las indagaciones previas, es posible evidenciar las pocas posibilidades no solo en Colombia sino en Latinoamérica tal como lo menciona, Furman, (2016) “las investigaciones muestran también que, aunque los niños exhiben desde muy pequeños capacidades asociadas al pensamiento científico y tecnológico, estas no avanzan ni se profundizan sin una enseñanza que potencie en forma deliberada ese desarrollo.” (p.28). Igualmente, se reconoce la importancia de aprovechar la curiosidad y el espíritu científico innato con el que nacen los niños y niñas. Es evidente reconocer la importancia de esta primera etapa para el desarrollo de la actitud científica de los más pequeños y la influencia de ésta en el desarrollo integral.

Otro planteamiento que nos permite reflexionar es el de Tonucci:

“Si hay un pensamiento infantil, hay un pensamiento científico infantil. Es decir, sostendremos la hipótesis de que los niños desde pequeños van construyendo teorías explicativas de la realidad de un modo similar al que utilizan los científicos. Entendemos que hacer ciencia no es conocer la verdad sino intentar conocerla. Por lo tanto, debemos propiciar en los niños una actitud de investigación que se funde sobre los criterios de relatividad y no sobre criterios dogmáticos. Esto significa que hay que ayudar a los niños a darse cuenta de que ellos saben, de que ellos también son constructores de teorías y de que es esta teoría la que deben poner en juego para saber si les sirve o si es necesario modificarla para poder dar una explicación a la realidad que los circunda. (1995, p.17).

Entre tanto, el autor también resalta que los niños y las niñas tienen dos potencialidades innatas que deben ser fortalecidas por los adultos que le rodean por un lado habla de la curiosidad, ésta actitud se encuentra presente en todos los seres humanos, pero se manifiesta con mayor intensidad en los primeros años de vida y permite que los niños mantengan ese constante interés de conocer e indagar todo lo que se encuentra a su alrededor. Por otro, la exploración, acción que los acompaña en todo momento, que les lleva a tocar, experimentar y probar; que a su vez les permite realizar una comprensión del mundo del cual hacen parte ahora.

Antecedentes a las Políticas Públicas

Con el fin de obtener una mirada amplia y una postura idónea de las políticas públicas actuales en Colombia, es indispensable hacer un recorrido que permita reconocer el discurso que se teje alrededor de la infancia; atención, cuidado, y nos percatamos que la educación reconstruye en sí misma el desarrollo y el real valor que se le da al sujeto “pequeño”. Justo en este discurso confluyen un sin número de percepciones, nociones e intenciones que terminan por visibilizar los procesos del niño y de la niña, desde una postura que reivindica al sujeto en su totalidad, su esencia, su construcción de pensamiento, su emocionalidad y su relación directa con el mundo/contexto que le rodea.

Según, la Constitución Política de Colombia, (1991) en su Artículo 44, afirma:

“Son derechos fundamentales de los niños: la vida, la integridad física, la salud y la seguridad social, la alimentación equilibrada, su nombre y nacionalidad, tener una familia y no ser separados de ella, el cuidado y amor, la educación y la cultura, la recreación y la libre expresión de su opinión. Serán protegidos contra toda forma de abandono, violencia física o moral, secuestro, venta, abuso sexual, explotación laboral o económica y trabajos riesgosos. Gozarán también de los demás derechos consagrados en la Constitución, en las leyes y en los tratados internacionales ratificados por Colombia. La familia, la sociedad y el Estado tienen la obligación de asistir y proteger al niño para garantizar su desarrollo armónico e integral y el ejercicio pleno de sus derechos... Los derechos de los niños prevalecen sobre los derechos de los demás”. (SED, 2016).

Con esto no solo resalta el lugar de la infancia como una población necesitada de cuidados superiores, sino que se asume una postura de protección y acompañamiento durante todo su desarrollo.

Posteriormente, en el año 1997 con el Decreto 2247 se reconoce el preescolar como uno de los niveles de la educación formal, de acuerdo con el artículo 11 de la ley 115. “Se especifica que la educación preescolar es la que se ofrece a los niños y niñas de 3 a 5 años y que sus grados son: pre jardín, jardín y transición, dirigidos a niños y niñas de tres, cuatro y cinco años, respectivamente. Además, presenta las orientaciones curriculares que contemplan los principios de la educación preescolar: integralidad, participación y lúdica.” (SED, 2016.)

Al año siguiente se toman los planteamientos de Delors y el Ministerio de Educación Nacional, MEN, donde se establecen los lineamientos para la educación preescolar en donde se plantean los cuatro aprendizajes fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser. Este lineamiento definido para el 2000, propone el desarrollo de los procesos curriculares a través de proyectos lúdico pedagógicos que tengan en cuenta las dimensiones del desarrollo humano, como reza: “Se entiende la educación Inicial como un proceso de desarrollo histórico y como una construcción colectiva, basada en la reflexión y sistematización de experiencias y con el aporte de los conocimientos que proporcionan la investigación, la teoría y la práctica.” (SED, 2016).

Ya para el 2003, se publica el documento Desarrollo Infantil y Educación Inicial, el cual presenta el proyecto pedagógico, “en el que se definen los principios básicos orientadores del proceso pedagógico de los jardines de la Secretaría”. Esta construcción, supone una mirada integral del sujeto, desde la experiencia, la construcción del conocimiento y la mediación del maestro, asumiendo una postura más reflexiva y menos técnica frente al conocimiento, la que garantiza el acceso y el derecho a todo niño o niña sin excepción, Ley 1098 de 2006”.

En el 2010 se crea el Lineamiento Pedagógico y Curricular para la Educación Inicial en el Distrito se asume” la Educación Inicial como aquella que se dirige a los niños y niñas en la primera infancia, acorde con los requerimientos y demandas del desarrollo del niño/niña, por lo cual es válida en sí misma y no sólo como preparación para la educación formal”. Por tanto, las orientaciones pedagógicas del Ministerio de Educación Nacional, establecen que la exploración del medio, es actividad asociada a la infancia para la primera infancia, el cual permite comprender y reconocer el mundo que les rodea.

Establece que explorar constituye no solo una interacción con el espacio físico que les rodea, sino una interacción con sus pares, maestros o cuidadores, con el contexto, con la cultura, y con cada uno de los objetos presentes en el espacio, es una posibilidad de habitarlo en su totalidad para comprenderlo, conocerlo y reconocerlo a la vez que el mismo se configura como parte de este espacio. Así que, la interacción con los objetos, a través de tocar, oler, probar, oír, moverse, es decir, actúan sobre estos. Posteriormente, los comparan y encuentran semejanzas y diferencias; los clasifican, los ordenan, los cuentan, etc. De este modo, después de una manipulación primaria, se llega al conocimiento experiencial. Esto constituye la base de la representación, de la conceptualización y de las operaciones mentales más complejas. (Domínguez, 1997).

A su vez este documento propone cuatro pilares para la educación inicial: el arte, la exploración del medio, el juego, la literatura. Finalmente, en el año 2016 la Secretaría de Educación Distrital, bajo el Plan de Desarrollo Bogotá Mejor para Todos, consolida el Proyecto 1050, en el que define la: “Educación inicial de calidad en el marco de la ruta de atención integral a la primera infancia” que busca el respeto de los derechos de niños y niñas, conservar los estándares de calidad en la educación inicial y trabajar sus componentes: peda-

gógico, familia, comunidad y redes, gestión administrativa, talento humano, salud y nutrición, ambientes seguros y protectores. SED. (2016).

Como se puede evidenciar en este recorrido, cumplir el objetivo de disponer de una normatividad que beneficie a la infancia colombiana no ha sido tarea fácil, no solo por su tardío interés con relación a la primera infancia en contraste con otros países de Sur América, sino por la falta de claridad frente a las reales necesidades de ésta población; en particular.

La Infancia

Para ahondar en ese sujeto, fue importante comprender la etapa del nacimiento, es posible pensar que sus “acciones dependen directamente de sus necesidades y de sus reflejos por lo que su relación externa está basada en la supervivencia, ésta finaliza cuando el bebé es capaz de darse la vuelta y controlar voluntariamente su cuerpo girando hasta colocarse boca abajo con la cabeza erguida. Algunas expresiones propias del desarrollo se vinculan desde los sentidos, es el caso de la visión ya que en este momento se tiene un escaso desarrollo visual y perceptual en el sujeto, mientras que el sentido del tacto como centro perceptivo principal hará uso de la boca como su primordial línea de comunicación corporal y sensorial con su entorno inmediato.

Acto seguido, la etapa de descubrimiento del cuerpo y del otro: inicia cuando el bebé es capaz de voltear boca arriba y boca abajo sin ayuda, aquí ya ha aumentado su capacidad de vigilia y sus deseos de relación con el mundo exterior fortalecidos en el suelo, se ha desarrollado la capacidad de suplir su propio deseo al tiempo que va descubriendo progresivamente su necesidad y autocontrol como primer indicio de la autorresponsabilidad.

Posteriormente, en el desarrollo del pensamiento, el razonamiento y el lenguaje es capaz de relacionar percepciones distintas o anticipar la respuesta de una imagen o sonido estimulante antes de verlo o escucharlo por completo, la etapa finaliza cuando el sujeto logra gateo con manos abiertas y la columna vertebral se convierte en un soporte flexible.

Más tarde, la etapa de la conciencia y la adquisición del yo: muestra la maduración psíquica y neurológica que ya le permite ponerse de pie, libera las dos manos para descubrir mayores posibilidades, este sujeto tiene una visión tridimensional con nítida percepción del color, ratifica su visión a profundidad, aquí, ya es capaz de comprender los desniveles del suelo o superficie.

Con relación al cuerpo, como un elemento de percepción y movilidad, cada vez es más conocido y reconocido por el sujeto dando nombre a las partes más visibles, comprende las nociones arriba-abajo, delante-detrás y percibe diferencia entre unidad y conjunto, esta etapa finaliza cuando ya sube las escaleras colocando los dos pies en cada escalón. Baja escaleras sin agarrarse e inicia también el salto con los pies juntos.

Dentro del proceso de percepción hay dos factores determinantes que influyen, por un lado, están los factores internos y por otro los externos. Los factores internos o de sustratos biológicos determinan cómo el niño realiza la elaboración perceptiva, en ellos se encuentra la maduración (funcionamiento de los órganos de los sentidos), los estados afectivos y/o motivacionales y el desarrollo intelectual y los externos como lo son la experiencia, la calidad, cantidad y características del estímulo.

Ahora bien, la percepción visual cobra un papel protagónico, según la afirmación que se sustenta en el postulado de Rock y Víctor quienes prueban que:

“la visión es el sentido dominante en el ser humano. Ellos realizan un estudio de cómo la estimulación visual tiene prioridad sobre la táctil. Idearon una situación experimental donde a un cuadrado se le hizo parecer un rectángulo cuyos lados tenían una proporción dos a uno, cuando el sujeto palpó dicho cuadro y lo miró a través de una lente deformadora, que comprimía ópticamente la altura, lo percibió como un rectángulo. Es decir, al percibir el estímulo, influyó más en el sujeto la imagen distorsionada que la sensación táctil no alterada. Que el objeto se “sienta” como si en realidad tuviese el tamaño y la forma que se ve, se denomina Captación visual”. (1964).

En definitiva, las imágenes poseen dos estructuras cualitativas que son: el espacio y el tiempo, como nuevos elementos de definición icónica. Estos dos parámetros poseen bastantes características formales que influyen en la significación plástica de la misma; sería posible, por tanto, hacer un gran listado de variables y en función de cada una de ellas formular nuevas clasificaciones, sin embargo, la experiencia en el análisis formal de las imágenes aconseja reducir estos criterios a cuatro: dos espaciales y otros dos temporales.

Entonces, la imagen, es básica en la potencialización de la actitud científica, como lo plantea Gardner, ver figura 2, "...la vida humana requiere del desarrollo de varios tipos de inteligencia, pero no entra en contradicción con la definición científica de la inteligencia, como propone la inteligencia académica (la obtención de titulaciones y méritos educativos; el expediente académico) no es un factor decisivo para conocer la inteligencia de una persona.

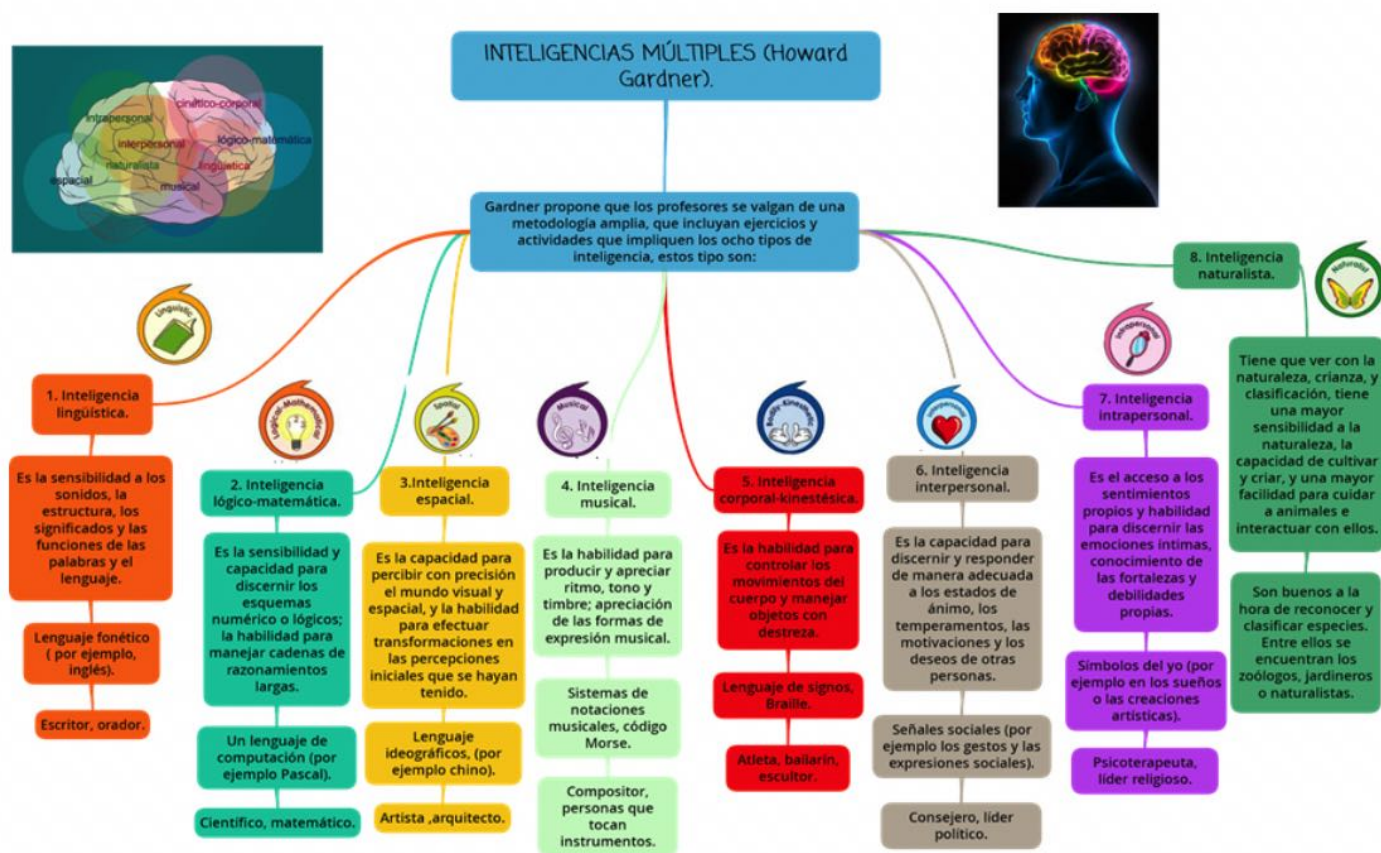


Figura 2 fuente: educacioncuatropuntocero.wordpress.co

Con el fin de enmarcar la intencionalidad de Gardner, es posible entender que la construcción de escenarios para la enseñanza de ciencia, se consolide en lo que los autores han llamado ambientes holísticos, y de donde es claro comprender que la expresión etimológica del holismo, según Smuts, "la práctica del todo" o "de la integralidad", su raíz holos, procede del griego y significa "todo", "íntegro", "entero", "completo", y el sufijo ismo se

emplea para designar una doctrina o práctica. Por esta razón la holística se define es definida como un fenómeno psicológico y social, enraizado en las distintas disciplinas humanas y orientada hacia la búsqueda de una cosmovisión basada en preceptos comunes al género humano.

En este orden de ideas, la holística pretende permite entender los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que lo caracterizan y tal como se producen en el contexto real, lo cual lleva a una actitud integradora, como también a una teoría explicativa que se orienta hacia una comprensión multicausal de los procesos, de los protagonistas y de sus contextos.

Ciencia de la Cotidianidad

Una vez clarificada la ruta investigativa, las precisiones educativas y las políticas públicas, indagamos sobre las apuestas nacionales, la infancia, encontramos que el programa de la UPN, debía arriesgarse a recoger la “travesía” del museo de la ciencia y el juego, de la Universidad Nacional, cuya intención de enseñar la ciencia desde “...la vida cotidiana denominado “ciencia y cotidianidad, cuya apuesta desarrolla dos grandes ejes: el objeto cotidiano y un conjunto de competencias culturales básicas de tipo cognitivo que son observar y explorar, comparar y relacionar, inferir y argumentar”. (Ávila, 2007).

Estas primeras aproximaciones nos hicieron pensar desde cual “batería” debíamos dotar al futuro educador infantil, e iniciamos un tercer momento de discusión, y hablábamos de temas que por un lado permitieran una formación para el nuevo educador y por otro respondieran a los intereses de los niños y niñas.

¿Que Enseñar?

En un cruce de las dos variables entre lo “aprendido sin sentido”, (preconceptos), y las “preguntas de los niños en la práctica”, (contexto), se tejieron unos diálogos entre lo que es y el deber ser de la teoría. Y es allí donde definimos enseñar ocho (8) temas, (transformación), que pudieran centrar el aprendizaje en la escuela para edades tempranas, esto nos dio “luz en el camino” de una nueva ciencia para las pretensiones de las competencias propuestas en las pruebas saber en ciencias naturales.

Pero además nos permitió seleccionar en su orden: los fenómenos naturales, los fenómenos químicos, fenómenos físicos, la física cuántica, la nanociencia, la robótica, la biónica y la bioética. E iniciamos, la “aventura de enseñar”, sobre los fenómenos naturales, maduramos el proceso de enseñanza – aprendizaje en el aula, y se nos ocurrió, en la lógica de sentido, los simulacros y la eventualidad de “salir corriendo”, un ejemplo de ello es trabajar con las maestras de las instituciones de practica hacer simulaciones... Y recuperamos el sentido al ejercicio de la simulación como posibilidad de aprendizaje.

De los fenómenos químicos, hablando de los tipos sobre la combustión, la síntesis, descomposición, desplazamiento individual, desplazamiento doble, y ácido-base. Para ejemplarizar el aprendizaje, entienden que de la oxidación completa el proceso de fermentación, se hace visible en la cultura a través de la recuperación de la culinaria ancestral. Productos como el masato, guarapo o la chicha, entre otras tradiciones culinarias colombianas, posibilitaba la recuperación de los saberes ancestrales... y es la química la que nos permite evidenciar la transformación de la tradición ancestral. Estas experiencias, motivaban a los más pequeños, quienes experimentan, formulan hipótesis, argumentan y proponen (nuevas frutas, granos para fermentar) ...allí el maestro en formación, recupera la química de la cultura gastronómica ancestral.

Por otro lado, con los fenómenos físicos, nos dimos a la tarea de reconocer el movimiento, calor, el sonido, la luz, electricidad, el magnetismo, el electromagnetismo, sobre estos fundamentos planteamos la ciencia de los superhéroes, la del hombre araña, aquaman entre otros, los que de alguna manera reivindican el sentido de la ciencia. Como lo plantean algunos autores:

“Los cómics de superhéroes no son más que otra rama de ese subgénero literario mal llamado ciencia ficción, en donde la ciencia se vuelve omnipresente ya sea en los orígenes del héroe en turno, en las armas utilizadas por el villano o en el ambiente que caracteriza al universo planteado por los escritores... Originalmente Superman no volaba y lo que hacía era dar tremendos brincos que le permitían saltar edificios o alcanzar aviones. La fuente de los superbrincos era la superfuerza, producto de la naturaleza alienígena que caracterizaba a Superman... El argumento utilizado por Jerry Siegel y Joe Shuster, para explicar este poder fue que la fuerza de gravedad del planeta Krypton era mayor que la de la Tie-

rra, por lo que la anatomía de los kryptonianos, adaptada a una gravedad tan fuerte, les permitiría superar la débil gravedad terrestre. Brincándome algunos cálculos... incluyen la utilización de las Leyes de Newton para conocer la velocidad, masa y aceleración necesarias para el colosal brinco, puede inferirse que la gravedad de Krypton debe ser 15 veces mayor que la de la Tierra para que sus habitantes pudieran ser superpoderosos en nuestro planeta. Lo que debemos explicar entonces son las condiciones propias de un planeta con una fuerza gravitatoria así de inmensa. Existen dos posibilidades para lo anterior: que sea un planeta 15 veces más grande o que sea 15 veces más denso, para que de esta manera la masa del planeta pudiese curvar el espacio-tiempo generando una fuerza gravitatoria mayor...” Recuperado <http://www.comikaze.net/la-ciencia-de-los-comics-parte-1//> 2 marzo 2018. Este esbozo se revierte sustancialmente en la construcción de la física sobre contextos propios de las infancias.

Con los fundamentos de la física clásica, nos preguntamos por la superposición, el entrelazamiento, el efecto túnel, esto nos significó, poner a los maestros en formación, en “jaque” ya que la cuántica, denominada por los autores la ciencia de la probabilidad:

“...La física cuántica es una teoría que describe cómo funciona el mundo a escalas muy, muy pequeñas. Su validez descansa sobre experimentos científicos, y es una de las teorías más probadas en los últimos años por la perplejidad que provoca su naturaleza en el ser humano y porque sus efectos desafían no ya el sentido común sino la imaginación del hombre”. (<https://computerhoy.com/noticias/life/que-es-fisica-cuantica-36141>, 2018).

Nos la “jugamos toda”, con los pedagogos del nuevo milenio, educando las nuevas generaciones y diseñamos cuentos con hologramas y entendimos que tiene sentido formarse como educador infantil. Porque es a través de los hologramas concebimos la imagen en tercera dimensión, 3D, desde un dispositivo “casero”.

Ahora bien, con el propósito de mostrar lo maravilloso de la relación entre ciencia y arte, se trabajan con los niños y niñas, las tramas cinematográficas, como: *Fantastic Voyage*, *Innerspace*, *Osmosis Jones*, *Being John Malkovich*, *Futurama*, *Rugrats*, *Family Guy*, Ehm, entre otros, cuya trama se basa en que “alguien que se hace miniatura y por accidente, o convicción, ingresa en el cuerpo de otra persona”. Introducimos, la nanociencia, que en

cortas palabras es el estudio de átomos, moléculas y objetos cuyo tamaño se mide sobre la escala manométrica (1/100 nanómetros).

Por su parte, la robótica, desde las tres leyes, propuestas por Isaac Asimov, a saber: “1. Un robot no hará daño a un ser humano o, permitir que un ser humano sufra daño. 2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1ª Ley. 3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1ª o la 2ª Ley”. Lo que buscábamos, era mostrar las contradicciones entre las tres leyes, y de ellas sacamos provecho para construir cuentos sobre dilemas filosóficos y morales, entre la máquina y el hombre.

Por su parte la biónica, cuya etimología de la palabra viene del griego "bios"; que significa vida y el sufijo "ico" que significa "relativo a", con el objetivo de vincular los dilemas, ya vistos en la robótica, nos hizo pensar en la ciencia aplicada, aquella que da soluciones biológicas a la técnica de los sistemas como: la arquitectura, el diseño, la ingeniería o tecnología moderna, o la creación de modelos artificiales de cosas que solo existen en la naturaleza, como por ejemplo, la visión artificial o la llamada cibernética.

Por último, pero no menos importante, la bioética, se conoce como aquella rama de la ética que se ocupa de promulgar los principios que deberá observar la conducta de un individuo. Sin que este en sí misma se reduzca o limite a entenderse desde el campo médico, sino que además se entiende, también, en aquellos problemas morales que se suscitan en el transcurrir de la vida cotidiana, sino al estudio de otras cuestiones como ser el correcto con los seres vivos. El término nace del oncólogo norteamericano Van Rensselaer Potter, quien lo utilizó por primera vez en el año 1970. Sus principios se sustentan, en: justicia, la autonomía, beneficencia, y la no maleficencia.

Para entenderlos, iniciamos por el principio de justicia que implica brindar un trato igual a todos para de esta manera se pueda reducir las desigualdades sociales, económicas, culturales, ideológicas, entre otras. Aunque no debería ser así, es sabido, que a veces, el sistema sanitario de algunos lugares del mundo privilegia la atención de unos y desmerece la de otros tan solo por una situación social o económica, entre las más recurrentes. Los principales temas en los cuales entenderá la Bioética serán el trasplante de órganos, la eutana-

sia, la reproducción asistida, el aborto, la fertilización in vitro, la manipulación genética, los problemas ecológicos, del ambiente y de la biosfera...

Discusiones

Sobre la infancia es visible en este ejercicio investigativo encontrar que se ha constituido como el objeto central de estudio por lo significativo de la vida del ser humano. Sin embargo, pese a la importancia científica de esta edad, la tendencia predominante se orienta a la construcción de una concepción de infancia desde el punto de vista particular de cada ciencia, sin mayor integralidad aun cuando las complejidades del mundo contemporáneo requieren cada vez más una comprensión sistémica de lo que es infancia, pues este hecho se configura como la única forma de comprender, analizar a los más pequeños.

Sobre la infancia y la ciencia, es visible que la ciencia es una actividad humana, con características bien definidas, y relevantes para el infante. La infancia manifiesta, claro del método científico, lo que significa que observan, hacen hipótesis y verifican por “descartes” sus propios imaginarios y preguntas.

Las edades tempranas poseen un pensamiento sistémico, ya que reconocen “el todo es más que la suma de sus partes” y actuar sistémicamente es enfrentar situaciones problemáticas.

Lo significativo de la ciencia para la infancia, no son tanto los contenidos de la ciencia, sino sus actitudes cognitivas. Claramente, el método científico corresponde a una actitud cognitiva, que se puede manifestar en un contexto muy cotidiano, al enfrentarse a una situación problemática concreta.

Sobre los maestros en formación para la infancia, como lo plantea el MEN, el maestro del siglo XXI es un formador de ciudadanos, capaz de leer los contextos locales y globales que le rodean y de responder a los retos de su tiempo. Es un facilitador que domina su disciplina y que, a través de metodologías activas, ofrece las herramientas necesarias para que los estudiantes comprendan el mundo desde diversos lenguajes, aprendan a vivir con los demás y sean productivos. La Revolución Educativa es consciente de estas necesidades y de las exigencias que tiene esta visión para la institución educativa. En esa medida,

las instituciones, los equipos de gestión que las lideran deben contribuir al desarrollo profesional docente en función de lograr los resultados de aprendizaje de los estudiantes con los que el país se ha comprometido.

Los hallazgos de esta investigación, encuentra trayectorias de pensamiento científico para educadoras en formación en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias para promover competencias de pensamiento científico de los más pequeños, en el marco de la enseñanza aprendizaje de las Ciencias. De tal forma, que presenta punto de inflexión que marca el inicio de pensarse la ciencia para enseñar y aprender en los maestros en formación para la primera infancia.

Desde una perspectiva interdisciplinaria, esta investigación propone identificar, caracterizar y promover competencias de pensamiento científico, en la formación inicial de los educadores para la primera infancia, contribuye a la profesionalización docente para la primera infancia y al desarrollo científico.

A manera de conclusión

La ciencia de la cotidianidad para el educador infantil en la Universidad Pedagógica Nacional: rompe con sus construcciones de la escuela clásica, pone de frente los retos contemporáneos con los nuevos ciudadanos del mundo.

Lo que aquí afirmamos es que tanto el sujeto que enseña versus el que aprende y viceversa, logran aprendizajes paralelos que les permite aventurar con "estabilidad de la ciencia" para los nuevos habitantes del mundo. Igualmente, fomenta los intereses de los maestros en formación y privilegia los aprendizajes de los niños y las niñas. Enriquece y valora los contextos. exalta las primeras: observaciones, hipótesis, experimentación, comprobación de nuevos del mundo rompe con la imposición de políticas descontextualizadas de los entes reguladores del gobierno de turno.

Potencia los saberes previos y delega la integralidad del aprendizaje de la educación científica a los más pequeños. Como lo plantea Claxton, "enseñar la ciencia es una preparación para la vida, no para un posterior aprendizaje supervisado (Claxton, 2001). romper con las barreras de la ciencia exacta, aburrida, fragmentada y descontextualizada.

Esta investigación, ampliar y profundizar las innumerables acciones de divulgación, gestión y formación desarrolladas para el educador infantil y sus concepciones teóricas sobre la ciencia en su enseñanza y aprendizaje.

La tarea consiste entonces en determinar cuáles son las representaciones de las competencias de pensamiento científico que tienen los Educadores Infantiles en formación.

Favorece la apropiación de nuevos modos de enseñanza científica. Identifica y caracterizar los temas que sobre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia para las educadores y educadoras infantiles en formación.

Desde un posicionamiento de la práctica, transforma las apuestas políticas exigidas por Ministerio de Educación Nacional

El currículum oficial es interpretado por el docente en formación, se convierte en un mediador entre la ciencia, la cultura. La investigación muestra que el maestro en formación transforma sus preconcepciones.

Agradecimientos

A las promociones de maestros en formación en educación infantil promociones 2008 al 2018, de la Universidad Pedagógica Nacional Licenciatura Educación Infantil. A las coordinadoras de la Licenciatura en Educación Infantil, profesoras: Martha Sierra, Luz Magnolia Pérez, Sandra Rojas y Sandra Marcela Duran, por su apoyo incondicional. Al profesor Alexander Rozo, por su acompañamiento en esta travesía. A mi colega Juana Carrizosa.

Referencias:

Algunas tendencias curriculares en la formación de Educadores de Párvulos. (2010). Calidad en la educación, 29, 159-191. Hall, E.

Antoranz, Elena y Villalba, José. (2010). Desarrollo Cognitivo y Motor. Madrid: Editex, S.A

Ávila, F. (2007). X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y el Caribe. Ciencia Comunicación y Sociedad.

Bennet, B. (2010). El arte y la ciencia de la integración pedagógica. In L. Marzano (Ed.), *On excellence in Teaching*.

Briseño, Jesús; Rivas, Yasmelis.; Ruza, Ivone y Lobo, Hebert. (2009). Una visión holística del mundo desde la perspectiva de la física. EDUCERE, 44, Mérida, Venezuela.

Capra, F. (2000). *La tela de la vida*, Anagrama, Barcelona,

Cecchi, M. C., Guerrero-Bossagna, C. Mpodozis, J.- El ¿delito? de Aristóteles Revista Chilena de Historia Natural (2001), N ° 74, p. 507 – 514.

Cerda, Gutiérrez Hugo. (2003) Educación preescolar: Historia, Legislación, Currículo y realidad socioeconómica. Aula Abierta Magisterio.

Claxton. (2001). Educar mentes curiosas el reto de la ciencia en la escuela. España: Antonio Machado. <https://computerhoy.com/noticias/life/que-es-fisica-cuantica-36141>. (2 de marzo de 2018). Obtenido de <https://computerhoy.com/noticias/life/que-es-fisica-cuantica-36141>.

Crafford, FS. (1943) - Jan Smuts: A Biography. Congreso Nacional de Investigación Educativa. Acerca de las concepciones sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales de educadoras de párvulo en formación. un estudio preliminar en Chile.

DABS. Departamento Administrativo de Bienestar Social. Instituto de estudios urbanos, Recuperado 12 abril 2018. de www.institutodeestudiosurbanos.info/endatos/entidades/dabs.pdf

El currículum es interpretado que enseñan los centros los profesores y profesoras. En Gimeno Sacristán, J. (Comp.), *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (pp.221- 245). Madrid: Eds. Morata.

El tiempo. Cajiao Francisco. (2017). Ciencia desde la infancia.

Furman, Melina (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación. Editorial compendiada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Santillana,

Hawking, S (1991). - El Universo en una cáscara de nuez. -Planeta, Barcelona, Instituto Pedagógico Nacional, recuperado de

<http://ipn.pedagogica.edu.co/vercontenido.php?idp=1&idh=1z>

Jacobs, G., & Lynn, T. (2009) Bloomington: Solution Tree Press Bosse, S.

Kathleen Stassen Berger. (2006). Psicología del desarrollo, infancia y adolescencia. España: Panamericana.

La Educación Encierra un Tesoro. (1996). Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Compendio Ediciones UNESCO.

Lemke, J. (2005). Aprender Hablar Ciencia. Lenguaje Aprendizaje y Valores. Barcelona: Paidós.

Macedo B. (2016). Recuperado

<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002447/244733s.pdf>.

Marrero, J. (2010). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. Enseñanza de las Ciencias, 17(1), 45-59.

Maturana H., Varela, F (1970). - El árbol del conocimiento. Editorial Universitaria, Santiago,

Ministerio de Educación Nacional. (2007). Al tablero ser maestro hoy el sentido del oficio. 2007

Pérez Suarez, A. (2013). La percepción y comprensión del espacio vivido en educación infantil. (Tesis pregrado, Universidad de Valladolid). Recuperado 20 enero 2018. de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/3556/1/TFG-B.334.pdf>

Piaget, J.- (1952). The origins of the intelligence in children.- International Universities Press, New York,

Restrepo Gómez, Ph. D., B. (11). La Investigación-Acción Pedagógica, variante de la Investigación-Acción Educativa que se viene validando en Colombia. Revista Universidad De La Salle, (42), 92-101. Recuperado a partir de <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/173>.

Rodríguez Sosa, J. (2014). Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa. Investigación Educativa, 7(12), 23 - 40.

Rodríguez Sosa, J. (2014). Paradigmas, enfoques y métodos en la investigación educativa. Investigación Educativa, 7(12), 23 - 40. Recuperado de 12 febrero 2018. <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/8177>

Schiffman, H.R (2009). La percepción sensorial. México. LIMUSA

Science in the Air. (2008). Young Children, 10-15. Falabella, A., & Rojas, M.

Secretaría de Educación del Distrito: Bogotá una gran escuela. (2007). SERIE Cuadernos de Currículo: Orientaciones curriculares para el campo de la Ciencia y la Tecnología.

Tonucci, Francesco (1996) “El niño y la ciencia”. En: Con ojos de maestro, Troquel Buenos Aires.

Varela, F. (2002). - El fenómeno de la vida, Dolmen, Santiago,

Vázquez-Alonso Ángel, José Antonio Acevedo-Díaz² y María Antonia Manassero. 2005 Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 2.

Venemedia (2014) Concepto definición. Recuperado de <http://conceptodefinicion.de/imagen/>.

Villafañe, J. (2006). Introducción a la teoría de la imagen. Madrid, España: Ediciones Pirámide.

Vygotsky, L.S.- (1978) Mind and Society: The development of the higher psychological processes, The Harvard University Press, Cambridge,

XIII Foro Internacional Educación Inicial Medellín. Colombia. 2012.

20

Polytren, videojuego basado en la gamificación para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones matemáticas

¹Oswaldo Benavides Ríos, ³Daniel Alberto Reyes, ²Óscar Alejandro Sanabria, ²Neil Guerrero González, ^{1,3}Óscar Yovany Checa Cerón
Grupo de Investigación CE-LAB

¹Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Palmira

²Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales

³Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira

Sobre los autores

Oswaldo Benavides Ríos: Ingeniero de Sistemas, con especialización en Auditoría de Sistemas, estudiante de Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Con conocimientos en Sistemas de Control Interno, Calidad y Administración Pública. Docente del área de Tecnología e Informática y Estadística, con más de 15 años de experiencia en la media académica.

Correspondencia: obenavidesr@unal.edu.co

Daniel Alberto Reyes: Diseñador Gráfico y docente del Departamento de Diseño Industrial en la Universidad Nacional de Colombia. A través de la ilustración, diseño de personajes y dibujo secuencial se especializa en la realización de proyectos narrativos y pedagógicos. Co-investigador del Grupo de investigación CE-LAB.

Correspondencia: dareyesle@unal.edu.co

Óscar Alejandro Sanabria: Ingeniero Electrónico, estudiante de maestría en ingeniería - Automatización Industrial en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, miembro de CE-LAB. Apoyo en programación de recursos Digitales.

Correspondencia: oasanabriav@unal.edu.co

Neil Guerrero González: Doctor en Ingeniería Electrónica. Grupo de investigación CE-LAB. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Correspondencia: nguerrerog@unal.edu.co

Óscar Checa Cerón: Doctor en Física. Director del grupo de investigación CE-LAB. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

El trabajo planteó el desarrollo de un videojuego para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones. De esta manera, los estudiantes de básica secundaria de la Institución Educativa Ciudad Florida, del municipio de Florida (Valle del Cauca-Colombia), mejoren sus competencias y habilidades en la resolución de polinomios aritméticos con números enteros. En la creación de la aplicación se utilizó la metodología de la gamificación que facilita el diseño y construcción de juegos virtuales para entornos educativos, además, de la colaboración de un equipo interdisciplinario conformado por profesionales del Laboratorio de Ciencia, Educación y Emprendimiento (CE-LAB), en conjunto con estudiantes y docentes de la institución educativa, que retroalimentaron con su conocimiento y experiencia, al perfeccionamiento de los aspectos técnicos y funcionales del producto. El resultado obtenido fue el videojuego denominado Polytren, que está inspirado en el Ferrocarril del Pacífico (importante medio de transporte del occidente colombiano en el siglo XX), el cual puede ser utilizado por los estudiantes (dentro y fuera del colegio) y bajo la orientación del docente. El principal logro evidenciado fue

el desarrollo de una metodología de fácil aplicación, que puede ser replicada por docentes que desean innovar en la creación de videojuegos para sus clases.

Palabras Claves: Matemáticas, Enseñanza-aprendizaje, Polinomios aritméticos, Jerarquía de operaciones, Gamificación, Videojuegos.

Polytren, videogame based in the gamification to strengthen the teaching-learning of hierarchy of math operations

Abstract

The work proposed the development and implementation of an educational software that integrates the game as a learning strategy in the management of the hierarchy of operations. In this way, the students of basic secondary from the Educational Institution "Ciudad Florida", from the municipality of Florida (Valle del Cauca-Colombia), can improve their competences and abilities in the resolution of arithmetic polynomials with whole numbers. In the improvement of the application, the Gamification methodology is used, which facilitates the design, construction and implementation of software in the educational environment,

as well as an interdisciplinary team made up of members of the Science, Education and Entrepreneurship Laboratory (CE-LAB), students and teachers of the educational institution that feed with their knowledge and experience the improvement of the technical and functional aspects of the product. The result obtained was a videogame called "Polytren" inspired by the Railroad of the Pacific (important means of transport of western Colombia in the 20th century), which can be used inside and outside the school, under the guidance and support of the teacher. The main achievement evidenced was the development of the easy application methodology that can be replicated by teachers who which innovate in the creation of videogame for their classes.

Key Words: Mathematics, teaching-learning, Arithmetic polynomials, operations Hierarchy, Gamification, Video games.

Introducción

Este artículo se basa en un trabajo de grado adelantado en el marco de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira (Valle del Cauca-Colombia, periodo 2018), que aborda problemáticas reales identificadas en el contexto escolar de estudiantes de básica secundaria, en el área de matemáticas.

Las matemáticas y la tecnología evolucionan a la par del avance de la sociedad humana (Bell, 2016). Los hombres fueron dando forma al concepto de número y aplicándolo en las actividades cotidianas de su vida: medir, contar, predecir (Navarro, 2014). Esto permite dar solución a problemas cotidianos y especializados de forma más rápida y exacta, razón por lo cual, las matemáticas y el lenguaje son competencias básicas e indispensables en el desarrollo del individuo y de su contexto. En la actualidad, la mayoría de los estudiantes sin importar su edad y género le tienen temor y rechazo al área de matemáticas, por considerarla difícil y compleja, que no está al alcance intelectual de todas las personas (Lorenzato, 2015). Lo anterior, se evidencia en los resultados de las pruebas internas y externas aplicadas en Colombia en los últimos años (Murcia y Henao, 2015). El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) muestra que Colombia está muy por debajo del puntaje promedio de países como Singapur y Japón, o de Chile con la mejor educación en Suramérica (Icfes, 2017).

Una de las problemáticas más comunes de los estudiantes año a año, es que al finalizar su educación media e ingresar a la universidad, se evidencia su falta de habilidad y destreza en el desarrollo de ejercicios con operaciones básicas matemáticas, para muchos: sumar, restar, multiplicar y dividir son imposibles sin utilizar la calculadora u otro medio tecnológico, y peor aún, cuando se les presenta ejercicios que combinen las operaciones en forma de un polinomio aritmético, no establecen el orden correcto para abordar y desarrollar la expresión matemática que se le presenta (Obando y Vásquez, 2008), (Andrade, Beltrán, Caro, Sánchez y Suárez, 2015). Lo anterior refleja la necesidad de los docentes de explorar nuevas estrategias pedagógicas para compartir y enseñar las competencias cognitivas y procedimentales del área de matemáticas con estudiantes de primaria, secunda-

ria y media de las instituciones educativas de todo el país (Cepeda, Correa, Lozano y Urquiza, 2017), (Medina, 2015), (MEN, 2017).

Al presentar la siguiente expresión: $5 + 5 \times 5 - 5$, los estudiantes la resuelven de forma secuencial (de izquierda a derecha) y definen que el resultado es 45, esto es incorrecto, aunque no se observen los paréntesis o corchetes, existe una jerarquía de operaciones que define que primero se resuelve las potencias y raíces, seguido de las multiplicaciones y divisiones, y por último las sumas y restas, en este sentido, la respuesta correcta al ejercicio planteado es 25. Es claro entonces, que una de las problemáticas de los estudiantes de básica secundaria es el correcto manejo de la jerarquía de operaciones matemáticas en el desarrollo de polinomios aritméticos con números enteros (Agudelo y Chica, 2008) y la habilidad para realizar manualmente los procedimientos básicos con suma, resta, multiplicación y división (Ocaña y Pérez, 2017). Esto se evidencia en los resultados de las Pruebas Saber noveno (área matemáticas) de la Institución Educativa Ciudad Florida (ver tabla 1), con base en esta información se establece que el nivel de desempeño promedio de los estudiantes corresponde a: Insuficiente con el 23%, seguido de Mínimo con el 57%, Satisfactorio con el 19% y apenas el 1% en Avanzado. Los resultados muestran que los estudiantes están en un 80% por debajo del desempeño satisfactorio. Los anteriores resultados son preocupantes y establecen la necesidad de generar estrategias que permitan avanzar en el cumplimiento de las competencias básicas matemáticas, en los ciclos de primaria y secundaria de todo el país.

Tabla 1
Resultados prueba Saber Noveno – Institución Educativa Ciudad Florida

Año	Insuficiente	Mínimo	Satisfactorio	Avanzado
2017	16%	62%	22%	0%
2016	25%	59%	15%	1%
2015	20%	48%	29%	3%
2014	30%	59%	11%	0%

Fuente: Icfes, 2018.

Este trabajo define en su problema de investigación ¿Cuál es una estrategia es viable para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones en polino-

mios aritméticos con números enteros, para los estudiantes de básica secundaria de la Institución Educativa Ciudad Florida del municipio de Florida (Valle del Cauca-Colombia)?

Se consultaron diferentes repositorios académicos y no se encontraron antecedentes directos que integre aspectos como: problema de investigación, objetivos y metodología, por lo cual, se utilizaron antecedentes que parcialmente cumplen con los requerimientos establecidos para este trabajo.

Los antecedentes utilizados hacen referencia a Pencué (2013), Infante (2017) y Macías (2017), los cuales abordan el desarrollo de software, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), y la gamificación, como estrategias educativas para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en el aula de clase (González, 2016), además, la implementación de videojuegos que posibilitan a los docentes: desarrollar, experimentar e innovar en su labor pedagógica (Rey, 2017), lo cual contribuye en el proceso de aprendizaje significativo (confronta la información nueva versus la que tiene ya procesada en su ser) de los estudiantes, en su entusiasmo y responsabilidad con la asignatura y su proyecto de vida (Cabero y Marín, 2017), (Moreira, 2017), (Arch-Tirado, Lino-González, Verduzco-Mendoza, Alfaro-Rodríguez y Licon-Bonilla, 2013).

En relación con lo anterior, trabajos como los desarrollados por González, Molina y Sánchez (2014) establecen que el juego facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, entendido el juego como las actividades físicas y mentales realizadas para entretenerse, además, de permitirle al jugador explorar, conocer y cuestionar su propósito dentro y fuera del juego. En los últimos años con el desarrollo de las TIC se presentan muchas opciones de juegos (Rubio, 2014), entre ellos, los videojuegos con un enfoque educativo para estudiantes de todos los niveles académicos (preescolar, básica, media y superior), y en nuestro caso, videojuegos para fortalecer la resolución de problemas que involucran las cuatro operaciones básicas matemáticas, pero no abordan directamente el concepto de la jerarquía de operaciones en el desarrollo de los polinomios aritméticos (Ruiz y Ricaurte, 2017).

En el desarrollo de los videojuegos educativos se utiliza la gamificación que consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño para la construcción de juegos en un entorno ajeno a ellos, en nuestro caso, problemas que se establecen en el aula de clase y en

los cuales intervienen el docente-conocimiento-estudiante. Se pretende entonces que el docente utilice los videojuegos para facilitar la enseñanza de conceptos o competencias propias de la asignatura al estudiante, por otro lado, los alumnos en la actualidad son receptivos a utilizar herramientas digitales que manejan cotidianamente fuera de clases (Borrás, 2015).

Se plantea como hipótesis de este trabajo: el desarrollo de un videojuego basado en la metodología de la gamificación fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones aplicada a la solución de polinomios aritméticos con números enteros.

Metodología

Este artículo emana de un trabajo de mayor envergadura descrito líneas arriba. En su ejecución se plantean dos momentos: el primero, en el aula de clases con los estudiantes de octavo grado de secundaria de la Institución Educativa Ciudad Florida del municipio de Florida, Valle del Cauca. Se aborda utilizando la metodología Investigación Acción Participación con un enfoque mixto (Borda, 1999), lo que permite indagar e implementar pruebas diagnósticas durante el periodo 2017 y 2018, y un posterior análisis y toma de decisiones. El segundo, para el desarrollo del videojuego, se utiliza la estrategia metodológica de la gamificación que permite aplicar técnicas y características propias de los juegos en un ambiente escolar, lo cual facilita el diseño, construcción e implementación de aplicaciones que, en este caso, fortalecen la enseñanza y aprendizaje de la jerarquía de operaciones en polinomios aritméticos con números enteros (Rodríguez y Santiago, 2015). A continuación, se describe cada una de las etapas mencionadas.

En el aula de clase: se plantea una encuesta para realizar el diagnóstico de los estudiantes en relación con los conocimientos teóricos y prácticos para resolver polinomios aritméticos con números enteros. La encuesta está dividida en tres (3) enfoques según las preguntas: caracterización (características de los estudiantes), contextualización (indaga sobre el estudiante y su relación con las matemáticas) y procedimentales (se definen seis preguntas que evalúan sus competencias cognitivas y procedimentales). Se aplicó la encuesta a estudiantes de octavo grado, en el periodo académico 2017 (114 encuestas) y 2018 (120 encuestas), para un total de 234 encuestas aplicadas.

Desarrollo del videojuego: después de establecer y evaluar varias estrategias (pedagógicas, disciplinares) que faciliten a los estudiantes utilizar adecuadamente la jerarquía de operaciones en la solución de problemas matemáticos. Se definió que el videojuego es una opción pertinente para abordar con docentes y estudiantes las dificultades identificadas en la encuesta diagnóstica (Aristizábal, Hernán, Colorado y Gutiérrez, 2016). En conjunto con el equipo interdisciplinario de CE-LAB, se establece que el desarrollo del videojuego se base en la gamificación. Que establece el uso de mecánicas de juego en entornos ajenos al juego, además, tiene como características el motivar al jugador (estudiante) a cambiar positivamente su comportamiento y fomentar el aprendizaje autónomo y fidelización del usuario (Rodríguez-Hoyos y Gomes, 2013).

En el desarrollo del proceso de gamificación se debe tener en cuenta las dinámicas (objetivos, metas y narrativa educativa), mecánicas (retos, cooperación, competición), componentes (personajes, niveles de dificultad, puntos) y limitaciones (competitividad, tecnológicas, tipos de jugador) que se establecen en el videojuego, garantizando de esta forma cumplir con los objetivos del juego a nivel pedagógico, cognitivo, procedimental, creativo y recreativo (Jiménez y García, 2015), (Marín-Díaz, 2015).

El ciclo de desarrollo utilizado para la creación del software educativo (videojuego) se soporta en las fases de análisis, diseño, construcción, test y perfeccionamiento, implementación y liberación.

Fase de análisis: se soporta en los resultados obtenidos de la encuesta diagnóstica realizada a los estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Ciudad Florida (IECF) en el periodo 2017-2018, además, de la indagación en el aula con docentes de matemáticas y de la documentación teórica, pedagógica y disciplinar. Se evidencia que el 70% de los estudiantes respondió incorrectamente las seis (6) preguntas procedimentales que evalúan su competencia en el desarrollo de polinomios aritméticos con números enteros. Con la colaboración del equipo CE-LAB de la Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira y Manizales), se analizaron las necesidades, recursos y alcance del sistema. Lo cual permitió establecer que un videojuego es una opción viable para atender la problemática identificada en el trabajo (Graells, 2013).

Fase de diseño: teniendo claridad en lo que se desea realizar, lo cual está soportado en la fase de análisis, con el equipo de CE-LAB se definió que la mejor forma de abordar el desarrollo del software educativo es con la utilización de la metodología de la gamificación, que permite abordar las temáticas propias del aula de clase y llevarlas a un escenario de videojuego. Se evaluaron varias opciones de juegos que permitan contribuir y facilitar que los estudiantes de básica secundaria aprendan los conceptos y habilidades para desarrollar polinomios aritméticos, teniendo en cuenta la jerarquía de operaciones. Seguido a esto, se determinaron los requerimientos del sistema: software donde se realizó el videojuego (motor de juego), portabilidad y soporte de la aplicación, flexibilidad, temática del juego, trama, reglas, personajes, escenarios, nivel de complejidad, objetos, colores, texturas, textos, sonidos, entre otros elementos. Es importante resaltar que el videojuego no pretende enseñar a sumar, restar, multiplicar y dividir a los estudiantes, lo que busca es que los estudiantes a través de la presentación de ejercicios con polinomios aritméticos se motiven a desarrollarlos y de forma intuitiva perciban el correcto orden (jerarquía de operaciones) de ejecutar los procedimientos que le permitan llegar a la respuesta apropiada.

El elemento principal de la fase de diseño es crear una historia que está sujeta a tres aspectos: a. Cautivar la atención del jugador (estudiante), b. Trama de la historia y personajes, c. Cumplir con el objetivo pedagógico de lo que se quiere enseñar o compartir conocimiento (Ruiz, 2014). Con base a los anteriores lineamientos, se definió que el videojuego se ambienta en el Ferrocarril del Pacífico, uno de los corredores férreos más importantes del país en el siglo XX, que aportó un importante desarrollo social, cultural y económico a la región del suroccidente colombiano (Pérez, 1998). Sumado a esto, el auge de los superhéroes y su impacto en la cultura por su gran despliegue en el cine, comics y televisión, hacen que utilizar personajes heroicos en videojuegos de formato educativo, contribuya a llamar la atención de los jugadores (Jiménez, Caballero y Tinoco, 2010).

El producto es un guion técnico (ver tabla 2) del videojuego Polytren, en el cual se detalla la historia, trama, personajes, escenarios y actividades que se establecerán en el juego, y que permiten al equipo de desarrollo crear el código fuente (programa) en un motor de juegos (Betancur, Carmona, Contreras, Karam, Maestre, Romero y Uribe, 2016).

Tabla 2
Guion técnico para el diseño de un videojuego

No. Escena	Nombre de la escena	Objetivo principal de escena	Escenario / personajes / diálogos / texto en pantalla	Navegación	Observaciones técnicas
Se numeran las escenas en orden ascendente Ejemplo: 1, 2...	Se define el nombre general de la escena, de forma corta y simple. Ejemplo: Inicio, menú principal	Se establece la función principal que realiza la escena en el videojuego Ejemplo: Presentar los autores, definir el menú de opciones del juego	Se define descripción del escenario, los personajes que aparecen en la escena y los textos que se mostraran en el video juego. Ejemplo: castillo medieval, Avatar y dos zombis, "Bienvenidos al castillo del terror"	Define la interacción entre las escenas del video juego. Ejemplo: ir a <No. Escena> <Nombre de la escena>	Se definen todos los elementos que permitan que el programador pueda establecer la funcionalidad y características de la escena. Ejemplo: Presentación 2d (Gráficos y texto)

Fuente: elaboración propia

Caracterización y funcionalidad del videojuego

Se plantea como estrategia para dar respuesta al problema de investigación el desarrollo de un videojuego que presente a los estudiantes expresiones matemáticas con la combinación de operaciones básicas (polinomio aritmético) con números enteros. El jugador debe resolver los problemas presentados teniendo en cuenta la jerarquía de operaciones que define un orden (realizar primero las multiplicaciones y divisiones, seguido de la sumas y restas). El juego está ambientado en el ferrocarril del pacífico, además, utiliza personajes que representan superhéroes (Salvado, Salvat, Gallaguet y Gordo, 2016).

El juego busca que el estudiante reflexione y analice la correcta forma de aplicar la jerarquía de operaciones cuando se le presente un polinomio aritmético con números enteros. El juego está desarrollado en dos dimensiones (2d) y en la cual se presenta los siguientes personajes: Tren, personaje principal del juego y en el cual se presenta los polinomios aritméticos para que sean resueltos con el jugador con la colaboración de otros personajes, como son: Poly, es una niña afrodescendiente, de baja talla, delgada, con lentes y falda. El personaje aparecerá en todo el juego e indicará al jugador las actividades y procedimientos a realizar. Superhéroe de nombre "M", es una niña de baja talla, delgada y utiliza un traje de color azul, representa la Multiplicación (poder: producto). Superhéroe de nombre "D", es un niño de alto y acuerpado, utiliza un traje de color verde, representa la Divi-

sión (poder: cociente). Superhéroe de nombre “S”, es un niño alto y delgado, utiliza un traje de color amarillo, representa la Suma (poder adición). Superhéroe de nombre “R”, es un niño de baja talla, robusto, utiliza un traje de color rojo y representa la Resta (poder: sustracción). Vagón del tren, representa un número entero que se utiliza para formar la expresión matemática a resolver.

El videojuego presenta los siguientes niveles de complejidad: Principiante: Operaciones con sumas (+) y restas (-). El juego inicia con 2 vagones hasta un número máximo de 4; Intermedio: el jugador debe de indicar la respuesta correcta (Tipo Resultado) y/o el procedimiento (Tipo Procedimiento) – Maneja solo operaciones con multiplicación (x), suma (+) y resta (-). Se presentan de 2 a 5 vagones; Avanzado: el usuario debe de indicar las operaciones que se deben realizar para llegar al resultado (Tipo procedimiento) y/o indicar la respuesta correcta (Tipo Resultado) – pueden aparecer todas las operaciones básicas matemáticas: multiplicación (x), división (/), suma (+) y resta (-). Se presentan de 4 a 5 vagones.

Si la respuesta es correcta, se enciende la luz verde del semáforo y el tren avanza a otro escenario, de lo contrario, si la respuesta es incorrecta se pierde una “vida” y enciende la luz roja del semáforo, además, si agota las tres (3) vidas el tren no puede continuar con los vagones.

Tipo de Preguntas: Resultado, indica la expresión con sus respectivas operaciones (x, /, +, -) y el usuario debe de escribir la respuesta correcta. Se presenta un teclado con los números del 0 al 9, la opción limpiar y negativo (-); Procedimiento, se presenta el resultado y el usuario debe definir las operaciones que necesita utilizar para llegar a la respuesta que se muestra en tren.

Ilustración del videojuego: teniendo el guion del videojuego se realizaron las ilustraciones, las cual fueron elaboradas por el diseñador gráfico del equipo CE-LAB que, una vez establecidos los objetivos, dinámicas de juego, hitos de aprendizaje y progresión en el juego, se da lugar a la exploración de conceptos gráficos y artísticos que resulten atractivos y funcionales para el desarrollo de la experiencia. La narrativa estimula la inmersión del jugador, la empatía con los personajes, invitan al jugador a asumir un rol activo y superar los retos planteados para dar continuidad a la historia (Sánchez, 2012). Los personajes y características definidas en el guion son insumo de la etapa de bocetación, donde a través

del dibujo se da forma al personaje principal (tren), así como a la profesora y héroes matemáticos, que encarnan las cuatro operaciones matemáticas básicas (ver figura 1).



Figura 1. Ambientación del videojuego – personajes
Fuente: Equipo CE-LAB 2017-2018

Fase de construcción: teniendo como materia prima los productos de la fase de diseño (guion del videojuego e ilustraciones), se procedió a realizar su programación, para lo cual se apoya en un ingeniero electrónico con amplios conocimientos en desarrollo de software, el cual pertenece al equipo CE-LAB y es quien lideró la construcción del videojuego. Se establece como software de desarrollo el motor de juegos Unity, versión 5.6.4 (Personal), que es una plataforma de desarrollo para sistemas operativos OS X, Windows y Linux, además, soporta dispositivos móviles: Android, iOS, Windows Phone (Alemañ, 2015), (Lequerica, 2013).

Se definió con base en el guion las escenas que componen la estructura del juego en 2d, además, se crearon prefabs (objetos programables y reutilizables) y scripts de programación (estructura de código) para establecer la interacción con el jugador (ejecución de eventos, efectos gráficos y el comportamiento de los objetos en el entorno del juego y jugador) (Vergara y Enrique, 2016).

Al terminar el código de cada uno de los objetos, escenarios y eventos que hacen parte funcional del programa, se compila y ejecuta para realizar los ajustes que permitan llegar a un estado de viabilidad para ser entregado como un software terminado. Posteriormente, se realizaron los test (pruebas) que permitieron perfeccionar el producto para su implementación y liberación al mercado. El videojuego tiene programada de forma aleatoria las operaciones (polinomios aritméticos con números enteros) que se deben resolver, esto se logra mediante un algoritmo que se establece dependiente del nivel de complejidad (principiante, intermedio, avanzado; para la primera versión del juego se estableció un nivel avanzado), aciertos y puntaje. Para finalizar, se compila el videojuego para que funcione en sistema operativo Windows y Android (Lequerica, 2013).

Fase de test y perfeccionamiento: esta fase permitió confrontar el video juego en un contexto controlado. En el proceso de co-creación del videojuego (Autor, CE-LAB, docentes y estudiantes IECF) se aplicó un test para evaluar el cumplimiento de los lineamientos técnicos, conceptuales y funcionales. En el test participaron doce (12) miembros de la institución educativa (estudiantes: seis (6) de grado octavo, dos (2) de grado decimo, dos (2) de grado undécimo, y dos (2) docentes del área de matemáticas), que evaluaron el juego durante una semana y plasmaron sus evaluaciones en una lista de chequeo.

Una vez definidas las personas que participaron en el test, se les explicó el objetivo de realizar las pruebas al juego y se instaló una copia de este en sus computadoras y equipos móviles (tabletas, teléfonos inteligentes). El paso siguiente fue que los usuarios interactuaron con el juego y a través de una lista de chequeo, presentaron su valoración y observaciones en temas como: portabilidad, tema, apariencia, interacción, complejidad, entretenimiento, precisión de los contenidos, cumplimiento del objetivo. Con base al informe test, se evaluaron las sugerencias y/o novedades para realizar los ajustes al diseño y la programación del videojuego. Posteriormente se entregaron al programador (desarrollador del videojuego) un documento con las observaciones y directrices que le permiten realizar las modificaciones al código y objetos que se programan utilizando el motor de juegos Unity.

Fase de implementación y liberación: al finalizar los test y controles de calidad, es necesario dar a conocer el producto terminado, en el caso de este trabajo es un videojuego denominado “Polytren”, el cual es una estrategia para fortalecer la enseñanza de la jerarquía

de operaciones con polinomios aritméticos, basado en la gamificación. El videojuego se implementará con los estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Ciudad Florida, además, se gestiona con el Ministerio de Educación Nacional, la Secretaria de Educación Departamental del Valle del Cauca, y la Universidad Nacional de Colombia, la liberación del videojuego en las diferentes instituciones educativas del país.

Resultados

De conformidad con la pregunta de investigación se evidencian los siguientes hallazgos que se abordan de conformidad al proceso de desarrollo del trabajo: Diagnóstico, Metodología de elaboración del producto y videojuego.

Diagnóstico: inicialmente se desarrolla una sola encuesta diagnóstica con estudiantes de octavo grado del periodo 2017, al procesar y evaluar los resultados se consideró oportuno confrontarlos con otro grupo de estudiantes del grado octavo, correspondientes al periodo académico 2018 (ver figura 2).

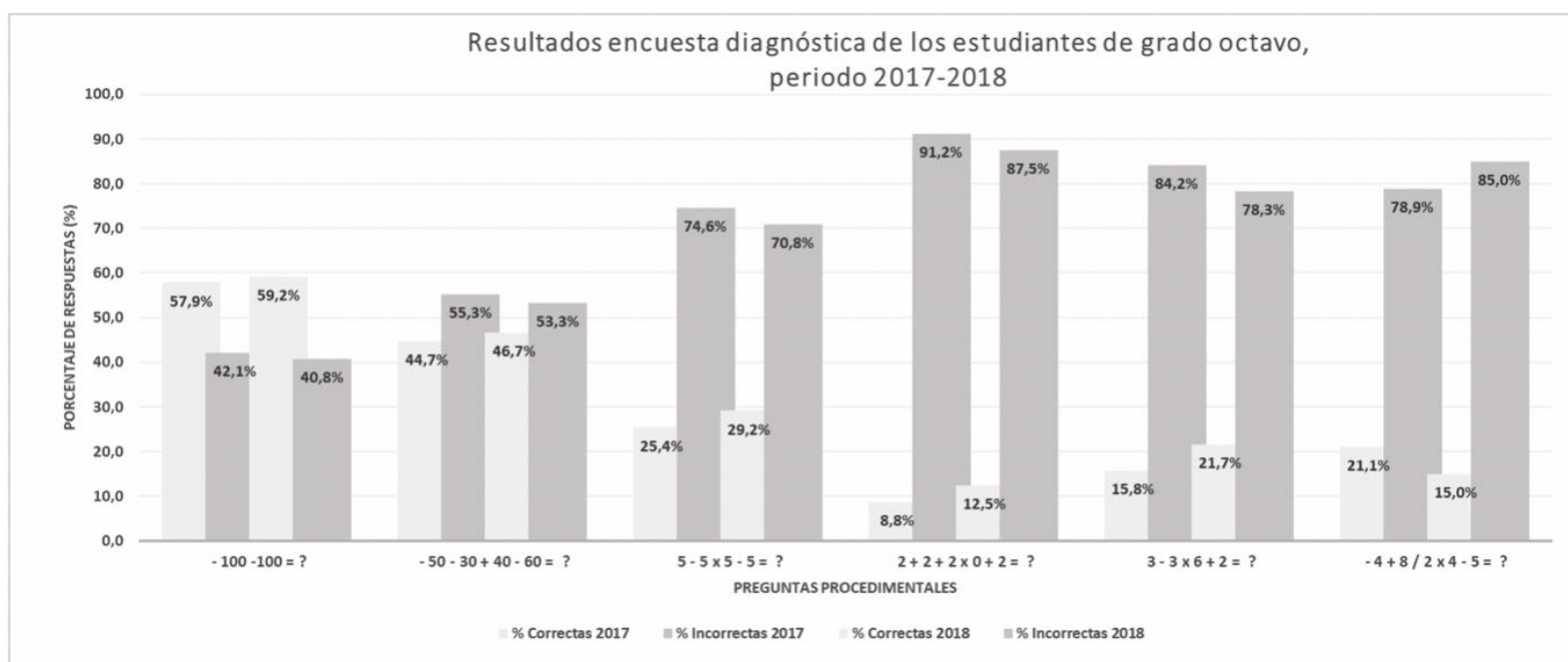


Figura 2. Resultados encuesta diagnóstica, periodo académico 2017-2018.
Fuente: elaboración propia

De conformidad a la figura 2 se evidencian los resultados de la encuesta diagnóstica de los estudiantes de octavo grado (periodos académicos 2017 y 2018). De conformidad a la Pregunta 1 (-100 -100). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron correctamente

en un 57,9% comparado con un 59,2% en el periodo 2018; Pregunta 2 (- 50 - 30 + 40 - 60). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron incorrectamente en un 55,3% comparado con un 52,3% en el periodo 2018; Pregunta 3 (5 - 5 x 5 - 5). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron incorrectamente en un 74,6% comparado con un 70.8% en el periodo 2018; Pregunta 4 (2 + 2 + 2 x 0 + 2). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron incorrectamente en un 91,2% comparado con un 87,5% en el periodo 2018; Pregunta 5 (3 - 3 x 6 + 2). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron incorrectamente en un 84,2% comparado con un 78.3% en el periodo 2018; Pregunta 6 (- 4 + 8 / 2 x 4 - 5). Los estudiantes para el periodo 2017, respondieron incorrectamente en un 78,9% comparado con un 85.0% en el periodo 2018. Se evidenció dificultades cognitivas y procedimentales para desarrollar correctamente los procedimientos, además, no tienen en cuenta el orden jerárquico para resolver las operaciones que componen la expresión.

Metodología elaboración del producto: teniendo como referente el aprendizaje significativo de David Ausubel, la metodología de la gamificación y el ciclo de vida en el desarrollo de software, se plantea una metodología para el desarrollo de contenidos digitales basados en videojuegos (ver figura 3), la cual se presenta como una alternativa al servicio de docentes e instituciones educativas que deseen emprender innovaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de clase.

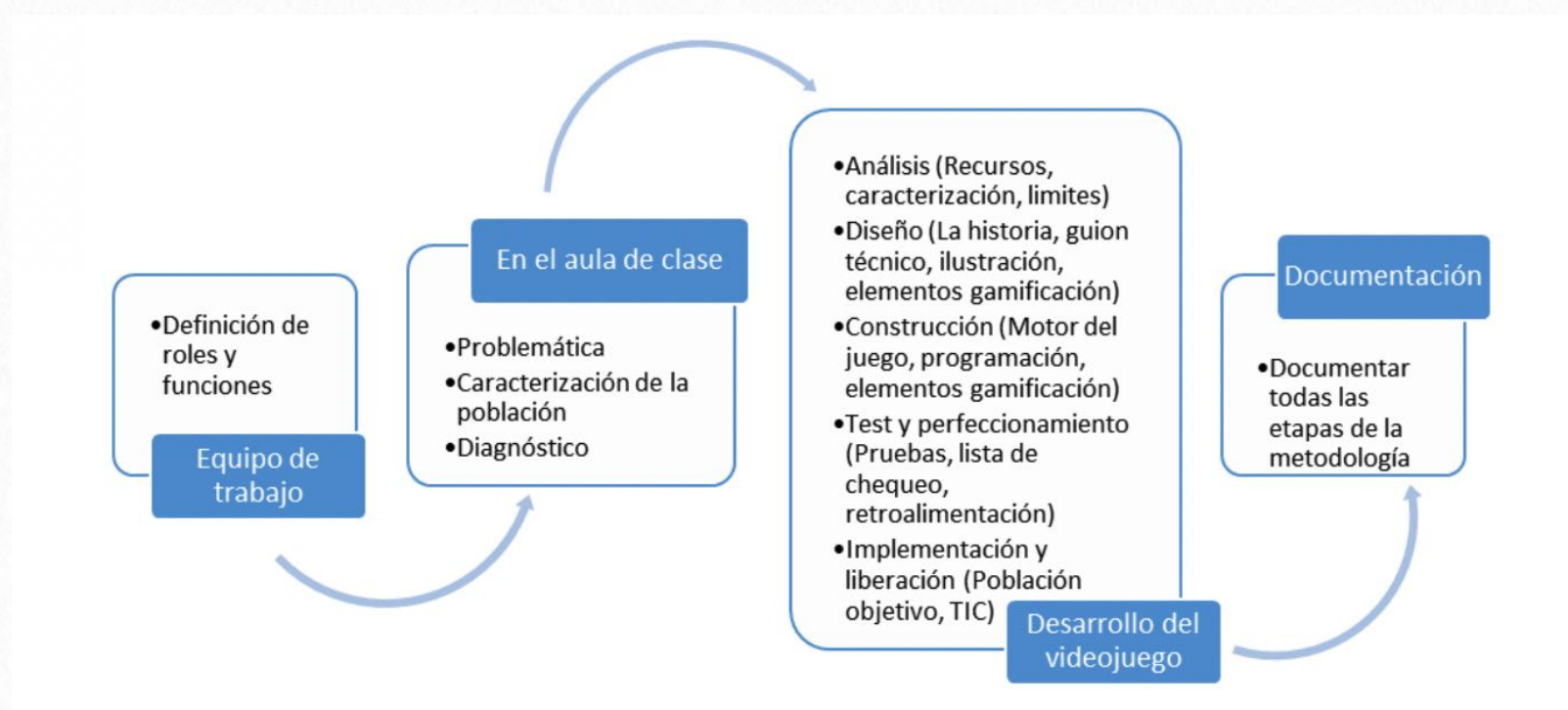


Figura 3. Metodología propuesta para el desarrollo de videojuegos basados en gamificación
Fuente: elaboración propia

Videojuego: como resultado de este trabajo se obtiene el videojuego Polytren, herramienta digital para apoyar al docente en los temas relacionados con las operaciones básicas matemáticas y el manejo de la jerarquía de operaciones, además, permite a los estudiantes aprender jugando y mejorar sus competencias cognitivas y procedimentales en la solución de problemas en polinomios

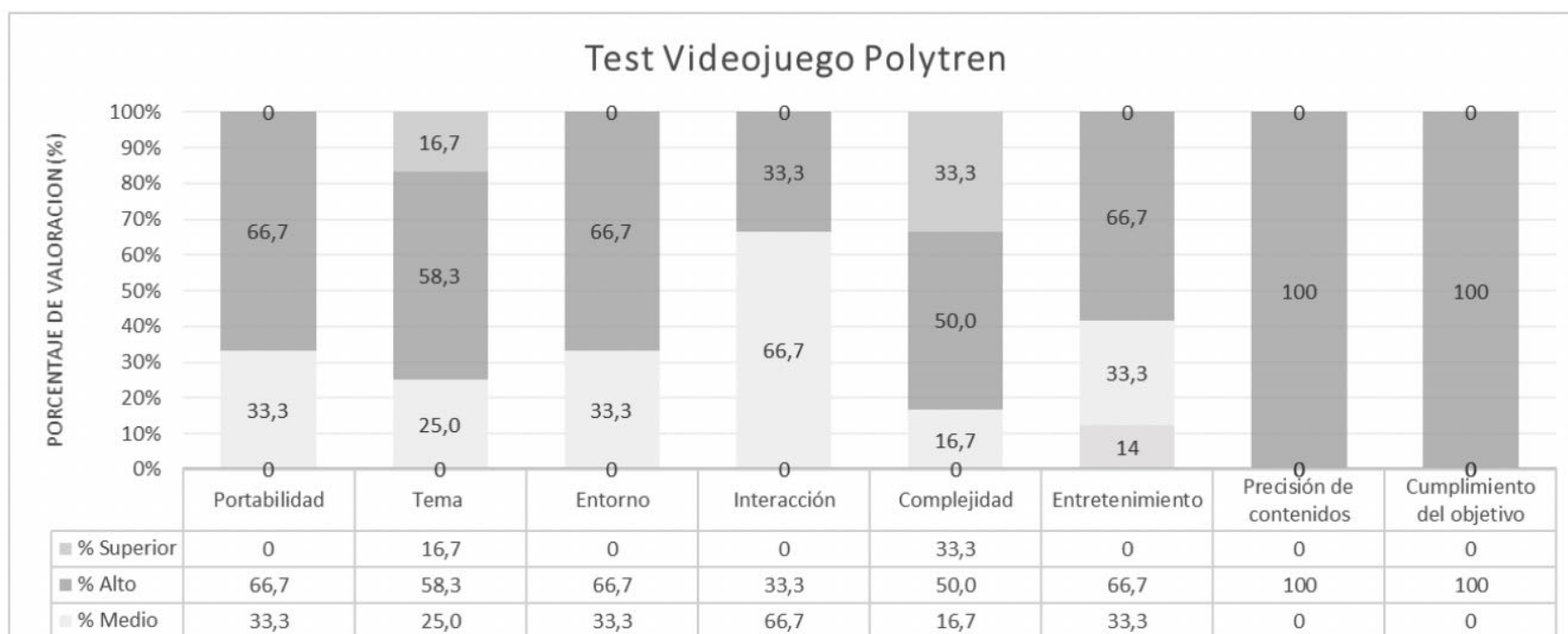


Figura 4. Resultados test videojuego Polytren
Fuente: elaboración propia

aritméticos con números enteros. A continuación, se presenta los resultados del test del video juego (ver figura 4).

Los resultados obtenidos en el test son los siguientes:

Portabilidad: se refiere a la facilidad que tiene el jugador de instalar el videojuego para ser utilizado en diferentes dispositivos informáticos (computadores, teléfonos inteligentes, tabletas) utilizando diversas plataformas o sistema operativos (Windows, Android, iOS, entre otros del mercado). El 66,7 % de los evaluadores definen que es Alto, lo cual permite inferir su facilidad para ser utilizada por todo tipo de usuarios.

Tema: se refiere a la historia en la que se basa el videojuego y su relación con los personajes que aparecen. El 58,3 % de los evaluadores define que es Alto, lo que permite determinar que se sienten motivados a jugar.

Entorno: se refiere a los escenarios y personajes que intervienen en el juego. El 66,7 % de los evaluadores define que es Alto, son convenientes para el tipo de videojuego.

Interacción: se refiere a la relación juego-jugador. El 66,7 % de los evaluadores define que es Medio, es necesario establecer actividades que permitan que el usuario interactúe con los escenarios y personajes.

Complejidad: representa el nivel de complejidad de los retos que debe cumplir el jugador. 50% de los evaluadores define que es Alto, se plantea definir la complejidad según niveles (principiante, intermedio, avanzado).

Entretenimiento: Es un aspecto subjetivo y representa si el juego es atractivo para el jugador. El 66,7 % de los evaluadores define que es Alto, se establece que el jugador se siente motivado a jugar y a desarrollar los retos.

Precisión de contenidos: temática del área del conocimiento (exclusiva para el docente). El 100 % de los evaluadores define que es Alto, permite establecer que los contenidos y competencias del tema que se aborda está bien apropiado en el juego.

Cumplimiento del objetivo: el juego contribuye a fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje (exclusiva para el docente). El 100 % de los evaluadores define que es Alto, permite definir que el videojuego es una herramienta que fortalece el proceso pedagógico en aula.

Discusión de resultados

Es importante resaltar que no se encuentran antecedentes directos que enfoquen su problemática a la enseñanza-aprendizaje de la jerarquía de operaciones en polinomios aritméticos, lo cual implica que esta propuesta es un aporte novedoso para el desarrollo de investigaciones que contribuyen a mejorar las competencias de los estudiantes en este tema.

Diagnóstico: con base a la encuesta aplicada a los estudiantes de grado octavo de la IECF, en la Pregunta ¿Para desarrollar cálculos matemáticos tienes que utilizar la calculadora?, los estudiantes responden que No, en 31,6% (bajo) y Sí en 68,4% (aceptable, alto, muy alto), lo que evidencia su condicionamiento y dependencia a utilizar herramientas tec-

nológicas para realizar cualquier tipo de cálculo matemático. Los docentes y padres de familia, del nivel de primaria y secundaria, deben implementar estrategias que garanticen que los estudiantes adquieran las habilidades para resolver operaciones matemáticas de forma manual y utilizar responsablemente las herramientas tecnológicas a su disposición.

Es importante resaltar que a la pregunta ¿Conoces el concepto de Jerarquía de Operaciones?, los estudiantes contestan que No en un 84,2 % y tan solo un 15.8 % afirma que Sí. Esto, sumado a los resultados obtenidos en las seis preguntas procedimentales permiten establecer que los estudiantes tienen dificultades en resolver correctamente polinomios aritméticos, además de no utilizar adecuadamente la jerarquía de operaciones, lo cual hace evidente fortalecer el desarrollo de este concepto en el Plan de Área de Matemáticas.

La encuesta evidencia que uno de los factores de los bajos resultados de los estudiantes en relación con las pruebas internas y externas (Supérate, Prueba Saber, Pisa, entre otras), es la falta de habilidad para desarrollar ejercicios con operaciones básicas matemáticas en polinomios aritméticos, lo cual implica dificultades en las competencias de modelación; razonamiento; planteamiento y resolución de problemas; elaboración, comparación y ejercitación de procedimientos (MEN, 2017).

Metodología elaboración del producto: En la actualidad el desarrollo de las clases de matemáticas está limitado a conceptos teóricos, ejercicios de repetición y la utilización de algunos programas especializados en temas en concreto. Lo nuevo de este trabajo es la aplicación de una metodología para el emprendimiento de recursos digitales orientados a videojuegos, que involucran las dinámicas del aula de clase, la gamificación y el ciclo de vida en el desarrollo de software, de esta forma se contribuye a que más docentes e instituciones educativas innoven en la forma de compartir los conocimientos con sus estudiantes. La metodología abarca integralmente los aspectos cualitativos y cuantitativos del desarrollo de un producto informático (videojuego) que responda a las necesidades de los docentes y estudiantes en un tema en particular del Plan de Estudios de la Institución Educativa.

Videojuego Polytren es una herramienta apropiada para el trabajo pedagógico en el aula de clase, además, permite que los estudiantes fortalezcan sus habilidades en el desarrollo de polinomios aritméticos, y puede ser utilizado de forma autónoma y en espacios diferentes al colegio por estudiantes y personas que deseen fortalecer el concepto de jerarquía de operaciones, lo cual está relacionado con lo que establece Aristizábal, Hernán, Colorado, y Gutiérrez (2016) en su artículo “El juego como una estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento numérico en las cuatro operaciones básicas”. En este mismo orden de ideas, se evidencia que el producto de este trabajo (Polytren), difiere del obtenido por Penqué (2013), debido a que él utiliza para desarrollar su software educativo el programa de oficina Microsoft Excel (hoja de cálculo), esto resulta ser una limitante para realizar un producto de calidad que cumpla las especificaciones técnicas de los videojuegos, además, no permite integrar los elementos de gamificación en su diseño, lo que lo hace inviable para su desarrollo. Por otra parte, si lo comparamos con el trabajo desarrollado por Infante (2017), se evidencia que utiliza y generaliza el concepto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (hardware, software, redes), pero no se enfoca en uno en particular, para ser desarrollado en su totalidad. Por el contrario, el Polytren apunta al diseño de software educativo (videojuegos) para dispositivos móviles en un entorno offline (no necesita internet para funcionar), lo cual lo hace apropiado para ser utilizado en sectores donde no hay cobertura de internet (área urbana y rural). En relación al trabajo de Macías (2017), se presentan muchas características comunes (videojuego, gamificación, competencias matemáticas), pero se distancia en la metodología utilizada para la creación del recurso informático. Macías, maneja espacios virtuales de capacitación remota que controlan las actividades de formación no presencial de los estudiantes (LMS, acrónimo en inglés de Learning Management System), mientras que en el desarrollo del videojuego Polytren se construye desde cero, partiendo de los requisitos del sistema, aplicación de la metodología de desarrollo de software y la utilización de la gamificación para fortalecer la interacción del jugador-Juego.

Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo se cumplió a través del desarrollo de un software educativo (videojuego Polytren) para fortalecer los conocimientos teóricos y prácticos de los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Ciudad Florida. Es importante resaltar que el videojuego puede seguir evolucionando en cuanto a los elementos de gamificación y conceptuales.

La aplicación de la encuesta diagnóstica en el periodo 2017-2018, evidencia que los estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Ciudad Florida, son dependientes a la utilización de calculadora y otros medios tecnológicos, para desarrollar las operaciones básicas matemáticas, además de no establecer el orden lógico para resolver polinomio aritmético con números enteros. Lo cual representa una oportunidad para que la institución y docentes reestructuren el Plan de Área de Matemáticas e implementen las acciones de mejoramiento para fortalecer el adecuado uso de la jerarquía de operaciones.

Este trabajo establece una base metodológica para que los docentes e instituciones educativas aborden el desarrollo de videojuegos gamificados, fomentando la utilización de las Tecnologías de la Información y Comunicación, y la creación de contenidos digitales para cualquier área del conocimiento.

En una próxima actualización del videojuego se debe delimitar los niveles de complejidad y la presentación de las preguntas, lo cual garantiza que el jugador tiene la oportunidad de avanzar progresivamente en el desarrollo de sus habilidades y responder a cada reto que se le presente en el juego.

Implementar y liberar el videojuego con los estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Ciudad Florida, esto permite contrastar los resultados obtenidos con la aplicación del juego versus los establecidos en la encuesta diagnóstica (2017-2018), evidenciando de esta forma la funcionalidad de la aplicación.

Agradecimientos

Ministerio de Educación Nacional de Colombia y a su programa de becas para la excelencia docente, por creer que la Paz se consigue con educación de calidad.

Directivos docentes, docentes y estudiantes de la Institución Educativa Ciudad Florida, por su decidido apoyo y colaboración, en especial con los estudiantes de octavo grado.

Programa de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, por fortalecer la formación de mejores docentes.

Referencias

Agudelo, A. E. P., & Chica, G. G. (2008). El proceso enseñanza-aprendizaje de las operaciones básicas en matemáticas. *Entre Ciencia e Ingeniería*, (4), 138-153.

Alemañ Baeza, T. (2015). Desarrollo de un videojuego para móviles con Unity.

Arch-Tirado, E., Lino-González, A. L., Verduzco-Mendoza, A., Alfaro-Rodríguez, A., & Licona-Bonilla, J. (2013). La estimulación multisensorial por videojuegos y sus efectos en las habilidades matemáticas. *Investigación en discapacidad*, 2(3), 110-116

Andrade, J. C., Beltrán, L. K., Caro, A. F., Sánchez, F. A., & Suárez, W. A. (2015). Análisis curricular sobre las dificultades y destrezas de los estudiantes de grado quinto, al trabajar nociones básicas de aritmética en relación a la jerarquía y uso de operaciones básicas en el conjunto de los números racionales. *RECME*, 1(1), 301-306.

Aristizábal, Z., Hernán, J., Colorado, T., & Gutiérrez, Z. (2016). El juego como una estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento numérico en las cuatro operaciones básicas. *Sophia*, 12(1), 117-125.

Betancur, S., Carmona, L., Contreras, R., Karam, J. M., Maestre, N., Romero, Y., & Uribe, S. (2016). Videojuegos y TIC como estrategias pedagógicas: Formación para el uso seguro de internet. *CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD*, 5(1).

- Bell, E. T. (2016). Historia de las matemáticas. Fondo de cultura económica.
- Borda, O. F. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP (investigación acción participativa). Peripecias, 110.
- Borrás Gené, O. (2015). Fundamentos de Gamificación.
- Cabero Almenara, J., & Marín Díaz, V. (09 de 05 de 2017). Depósito de Investigación Universidad de Sevilla. Obtenido de idUS: <https://goo.gl/3C1s8B>
- Cepeda, H., Correa, K., Lozano, E., & Urquiza, D. (2017). Análisis Crítico del conductismo y Construtivismo, como Teorías de Aprendizaje en Educación. Revista Órbita Pedagógica, 4.
- González, F. E. (2016). Los nuevos roles del profesor de matemática Retos de la Formación de Docentes para el Siglo XXI. Paradigma, 21(1), 139-172.
- González Peralta, A. G., Molina Zavaleta, J. G., & Sánchez Aguilar, M. (2014). La matemática nunca deja de ser un juego: investigaciones sobre los efectos del uso de juegos en la enseñanza de las matemáticas. Educación matemática, 26(3), 109-133.
- Graells, P. R. M. (2013). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. 3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC, 2(1), 2.
- Icfes. (09 de 05 de 2017). Icfes. Obtenido de <https://goo.gl/j65q7x>
- Infante Martínez, W. J. (2017). Desarrollo y mejora de la capacidad de razonamiento en la solución de problemas matemáticos, a partir de la incorporación de las TIC, en los estudiantes de grado quinto de la IED Tenerife Granada Sur (Master's thesis, Universidad de La Sabana.).
- Jiménez, M., Caballero, P., & Tinoco, M. (2010). Los valores humanos de los superhéroes. Tándem: Didáctica de la educación física, 34, 33-46.
- Jiménez Torres, A. I., & García Lázaro, D. (2015). El proceso de gamificación en el aula: Las matemáticas en educación infantil.

Lequerica, J. R. (2013). Desarrollo de aplicaciones para Android. Ediciones Anaya Multimedia

Lorenzato, S. (2015). Para aprender matemáticas. Autores Asociados (Editora Autores Asociados LTDA).

Macías Espinales, A. V. (2017). La Gamificación como estrategia para el desarrollo de la competencia matemática: plantear y resolver problemas (Master's thesis, Universidad Casa Grande. Departamento de Posgrado).

Marín-Díaz, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. *Digital Education Review*, (27).

Medina, M. B. E. (2015). Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, (8).

MEN. (09 de 05 de 2017). Estándares Básicos de Competencias. Obtenido de <https://goo.gl/V5HwAM>

Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), e29-e29.

Murcia, M. E., & Henao, J. C. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 23-30.

Navarro, J. I. (2014). Aspectos críticos de la concepción de Piaget sobre los números. *Pensando Psicología*, 10(17), 97-101.

Obando, G., & Vásquez, N. (2008). Pensamiento numérico del preescolar a la educación básica.

Ocaña Gómez, A., & Pérez Ruiz, M. E. (2017). Matemáticas básicas.

Rubio, E. P. (2014). Juegos como elemento docente en un entorno TIC. *Revista Aequitas: Estudios sobre historia, derecho e instituciones*, (4), 407-416.

Pencué, S., & Orlando, A. (2013). Diseño de un software educativo para el aprendizaje de funciones matemáticas en la institución educativa de Rozo-Palmira (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).

Pérez, E. (1998). Los ferrocarriles y el desarrollo regional y urbano de Colombia. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(2), 8-19.

Rey, L. S. (2017). La profesión docente, sus múltiples funciones y campos de acción: aproximación a la resignificación pedagógica. *Pedagogía y saberes*, (29), 65-72.

Rodríguez, F., & Santiago, R. (2015). Gamificación: Cómo motivar a tu alumnado y mejorar el clima en el aula. Editorial Oceano.

Rodríguez-Hoyos, C., & Gomes, M. J. (2013). Videojuegos y educación: una visión panorámica de las investigaciones desarrolladas a nivel internacional. *Profesorado-Revista de Currículum Y Formación del Professorado*, 17(2), 479-494.

Ruiz Ochoa, J. E., & Ricaurte Pira, D. A. (2017). Desarrollo de un Videojuego Educativo Móvil con Énfasis en la Resolución de Problemas que Involucren las Cuatro Operaciones Básicas de las Matemáticas (Doctoral dissertation).

Ruiz Vargas, M. R. (2014). Un modelo conceptual para el diseño de videojuegos educativos.

Salvadó, M. J., Salvat, M. N., Gallaguet, M. V., & Gordo, L. A. (2016). Un videojuego de estrategia para proponer problemas de matemáticas. *Aula de innovación educativa*, (248), 24-28.

Sánchez Coterón, L. (2012). Arte y videojuegos: mecánicas, estéticas y diseño de juegos en prácticas de creación contemporánea.

Vergara, A., & Enrique, C. (2016). Diseño e implementación de un videojuego de acción-aventura 2D para dispositivos android utilizando el motor unity.

Validación del Isomorfismo de medidas en la resolución de una pregunta en una APK

¹Lina Marcela Quijano Rodríguez, ³Daniel Alberto Reyes, ²Oscar Alejandro Sanabria,
²Neil Guerrero González, ^{1,3}Oscar Yovany Checa Cerón

Grupo de Investigación CE-LAB

¹Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Palmira

²Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales

³Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira

Sobre los autores

Lina Marcela Quijano: Licenciada en Educación Básica con énfasis en Matemáticas de la Universidad del Valle, estudiante de Maestría en Enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y actualmente se desempeña como docente para la sección de Básica Primaria en el área de Matemáticas. Trabajó como Dinamizadora en el área matemática dentro del proyecto “Tit@: Tecnología digital para Todos” de la alcaldía de la ciudad de Cali en convenio con la Universidad Pontificia Bolivariana.

Correspondencia: lmquijanor@unal.edu.co

Daniel Alberto Reyes: Diseñador Gráfico y docente del Departamento de Diseño Industrial en la Universidad Nacional de Colombia. A través de la ilustración, diseño de personajes y dibujo secuencial se especializa en la realización de proyectos narrativos y pedagógicos. Co-investigador del Grupo de investigación CE-LAB.

Correspondencia: dareyesle@unal.edu.co

Oscar Alejandro Sanabria: Ingeniero Electrónico, estudiante de maestría en ingeniería - Automatización Industrial en la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, miembro de CE-LAB. Apoyo en programación de recursos Digitales.

Correspondencia: oasanabriav@unal.edu.co

Neil Guerrero González: Doctor en Ingeniería Electrónica. Grupo de investigación CE-LAB. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Correspondencia: nguerrerog@unal.edu.co

Oscar Checa Cerón: Doctor en Física. Director del grupo de investigación CE-LAB. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos en la implementación de un Android Package, que hace parte del trabajo de maestría “Diseño de un juego de roles a partir de situaciones problema en la enseñanza de la multiplicación desde el isomorfismo de medidas”. Este fue diseñado teniendo en cuenta las competencias matemáticas que debe desarrollar un estudiante de grado tercero de primaria en relación a la conceptualización y dominio de la estructura multiplicativa. Esta herramienta permite, tanto al docente como al estudiante, validar y resolver una situación donde se hace uso de la proporcionalidad. Igualmente el juego busca incentivar en los estudiantes el reconocimiento de la cultura colombiana debido a que el personaje, la tienda y la estructura visual tiene elementos cotidianos. Durante esta implementación se obtiene un porcentaje del 68% de efectividad en el proceso, un 79% de comprensión total de la pregunta y un 71,7% en la visualización de la información dejando abierta la posibilidad de completar y generar nuevas APK que fortalezcan y generen cambios en el aprendizaje de la multiplicación de los estudiantes.

Palabras Claves: Isomorfismo, magnitudes, multiplicación, situación, videojuego.

Abstract

This article shows the results of the application of an android package that is part of a Master investigation “Design of a role-play game from the problem of problems in the teaching of multiplication from the isomorphism of measures”. That was design by the mathematical competences that a third grade student must develop in relation to the conceptualization and mastery of the multiplicative structure. This tool is generated that allows both, the teacher and the student find and solve problems in situations where use of proportionality. Likewise, the game seeks to encourage students to recognize Colombian culture because the character, store and the visual structure based on everyday elements of our country. During this implementation results with a percentage of 68% effectiveness in the process, a 79%of full question understanding and a 71.1% in visualization of the information leave us open the possibility of completing and generating new APKs that strengthen and generate changes in student learning.

**Keywords: measurement, isomorphism,
multiplication, problems, videogame.**

Introducción

El presente artículo hace parte del proceso de diseño de un Juego de roles, en el cual se utilizó la teoría de la gamificación con el fin de crear un recurso educativo digital que ayude en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estructura multiplicativa. Si bien, se percibe que la estrategia de enseñanza de las operaciones básicas es en su gran mayoría se da a partir de la memorización de las tablas de multiplicar, en los últimos años se han realizado grandes estudios Torres (2013), Obando (2015), sobre a la enseñanza mediante la utilización de patrones numéricos y/o el isomorfismo de medidas. Estos estudios permiten reconocer de manera amplia y certera que son metodologías innovadoras y generadoras de grandes avances en la enseñanza de este tipo de aprendizajes.

Es así como en pro del mejoramiento de las prácticas docentes, el Ministerio de Educación como el Ministerio de las TIC, han iniciado años atrás un proyecto nacional que pretende dotar a las diferentes instituciones educativas públicas de herramientas tecnológicas permitiendo, tanto al estudiante como al docente, fortalecer el proceso pedagógico en torno a estas. De este modo es relevante aportar algunos elementos metodológicos y conceptuales de cara a la enseñanza de la estructura multiplicativa, todas ellas enfocadas en el uso de herramientas digitales.

Dentro de los objetivos del plan decenal de educación se establece “Garantizar la articulación entre los proyectos educativos institucionales, PEI, y los planes de desarrollo municipal, departamental y nacional que permitan asegurar los recursos en infraestructura, dotación, investigación y formación necesarios para avanzar en la calidad de la educación” (MEN, 2006). Dado lo anterior, en la actualidad se desean estudiantes altamente competentes en las matemáticas, dado que nuestra sociedad necesita estar a la vanguardia en tecnología, esto incluye establecer relaciones entre la enseñanza de los diferentes conceptos académicos y su uso en la creación de herramientas tecnológicas, esto permitirá simplificar y mejorar la calidad de vida. Casos como el proyecto Ludomática en donde se implementó diferentes pedagogías lúdicas y problémicas en ambientes virtuales o los Clubes Antioquia Digital donde se desarrollaron actividades de ciencia y tecnología a través de aventuras virtuales, dan ejemplo de los proyectos educativos donde se hace uso de las TIC en diferentes entornos locales (Galvis, 2014).

Por otra parte, si se continúa enseñando la multiplicación por medio de la nemotecnia o con el algoritmo de la multiplicación, estaríamos limitando a los estudiantes a metodologías que no están acordes con la actualidad. De acuerdo a lo anterior, en esta investigación se trabaja en la implementación de la enseñanza de la estructura multiplicativa a partir de isomorfismos de medidas. Frente a este punto, estudios realizados por Aguilar y Navarro (2000) indican que la resolución de problemas multiplicativos por parte de estudiantes de grado tercero, se distinguen dependiendo de la manera en que han aprendido. El caso de los estudiantes permeados por la multiplicación como isomorfismo de medidas (grupo experimental), se evidencia que resuelven problemas de mayor grado de dificultad frente a aquellos estudiantes que aprendieron con la metodología de sumas reiteradas (grupo control).

Otro caso interesante, realizado por Ivars & Fernández (2016) demuestra que el uso de las TIC dentro del proceso de aprendizaje de la estructura multiplicativa presenta un nivel alto de éxito frente a la resolución de problemas aritméticos. Los autores plantean una clasificación entre la resolución de problemas a partir de isomorfismos de medidas y la comparación multiplicativa. En el caso especial del grado tercero se ve claramente que los resultados por isomorfismos de medida (72%) son más eficientes que el de la comparación multiplicativa (28%).

Por último, los estudios realizados por Saez (2012) evidencian la notoria mejoría en cuanto a la utilización de las TIC en el aula de clases y específicamente en las habilidades y destrezas que el estudiante tiene frente a su utilización. En el caso de la división partitiva y la multiplicación por medio del isomorfismo de medidas se resalta que más de la mitad de los estudiantes (60%) tienen habilidades para realizar trabajo colaborativo. Por otra parte, además de desarrollar habilidades de pensamiento crítico en el manejo de la información (21.9%), definiendo consigo el proceso de aprendizaje (48.8%).

La APK construida por el equipo CE-LAB, como grupo de investigación de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, desea impactar en las instituciones educativas mediante la innovación de un recurso de enseñanza en donde se pueda afianzar el concepto global de la multiplicación. De la mano de los postulados de Rivera (2014), Berrío y Gó-

mez (2015) y Ledesma (2011) porque además del aspecto numérico de la operación se puede observar que aparece la relación de dos magnitudes, utilización de medidas, lectura y análisis de gráficas, entre otros elementos, permitiendo que se interrelacionen los 5 pensamientos matemáticos en una sola actividad.

Es por esto que el propósito fundamental de la investigación principal se centra en innovar en la enseñanza de la multiplicación con un juego virtual de roles, donde el estudiante a partir de sus conocimientos pueda dar solución a diferentes situaciones problema de tipo multiplicativo. Esta innovación va de la mano con el tipo de interfaz, la dinámica del juego (sistema de puntos, insignias, niveles); aspectos que crean interés en el estudiante; al como lo indican (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011), i Peris (2015) y Marín-Díaz (2015).

Metodología

La implementación de la APK se efectúa en el momento en que los estudiantes tienen pleno conocimiento de la estructura multiplicativa como relación entre magnitudes. Ellos han realizado diferentes actividades en el manejo de la tabla de proporcionalidad, el reconocimiento de magnitudes y han desarrollado relaciones cuaternarias multiplicativas.

Población: La prueba piloto se generó con un grupo de 53 estudiantes de grado tercero de primaria, de una institución privada de la ciudad de Cali. Divididos en tres grupos de 18 estudiantes aproximadamente.

Tipo de muestra: Se decide implementar el aplicativo a toda la población estudiantil perteneciente al grado tercero de primaria. En este caso los estudiantes cuentan con un estas muy familiarizados en la utilización de recursos tecnológicos, esto en gran medida a que en el colegio se dicta la materia de informática desde la escuela materna. También cabe resaltar que actualmente los niños se encuentran permeados por la constante utilización de tecnología tanto en el aula de clases como en el hogar. En este caso todos los estudiantes tienen como mínimo un computador o un celular en casa, de este modo no son tecnologías ajenas a su diario vivir.

Instrumento: La población requiere tener, como mínimo, una dotación tecnológica (sea computador o Tablet) la cual puedan utilizar sin ningún inconveniente, sin embargo no es necesario tener conexión a internet para el desarrollo de las actividades.

Los computadores utilizados en la prueba piloto tienen sistema operativo Windows, en este caso se realiza la instalación del juego en los computadores. (Es importante aclarar que el juego no solamente está diseñado para ser utilizado en computadores sino también en tabletas o aparatos electrónicos con sistema operativo Android).

Tiempo de aplicación: los estudiantes realizaron la prueba del juego en un periodo de 15 a 20 minutos, de los que los 4 primeros fueron utilizados para explorar el juego, determinar qué acciones deben realizar y observar los errores en su desarrollo. Durante la prueba se toman apuntes sobre la percepción frente al juego, variables a mejorar y duración de entendimiento.

Instrumento final: Encuesta donde se indagan aspectos como el nivel de diversión, el manejo de la información, el nivel de dificultad y los conceptos trabajados en el juego.

La implementación de la APK hace parte de una investigación de corte IAP (Investigación-Acción-Participación), que permite estudiar los alcances e impactos que genera la aplicación en el proceso de afianzamiento de la estructura multiplicativa a partir del isomorfismo de medidas. Este tipo de investigación tiene como finalidad

...comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (grupo, programa, organización o comunidad) (Savin-Baden y Major, 2013; Adams, 2010; The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences, 2009; Merriam, 2009; Elliott, 2004; Brydon-Miller, Greenwood y Maguire, 2003; y Álvarez-Gayou, 2003), frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento (Creswell, 2013b; McVicar, Munn-Giddings y Abu-Helil, 2012; Somekh et al., 2005; y Elliot, 1991).

Marco teórico

La APK pertenece a la situación problema del panadero, en donde se desarrolla el pensamiento Variacional y numérico, en él se desea que el estudiante pueda hacer uso de sus conocimientos sobre multiplicación en la resolución de una pregunta.

El proceso de creación de la aplicación comienza estableciendo las categorías conceptuales en las que se basa. Se comienza referenciando a Vergnaud (2003) quién plantea al isomorfismo de medidas como “una relación cuaternaria entre cuatro cantidades; dos cantidades son medidas de un cierto tipo, y el resto son medidas de otro tipo.”(p.197) A partir de esto, se obtiene una tabla de correspondencia entre las dos medidas. Esta relación permite que se pueda operar desde dos formulaciones: la escalar, en donde se trabaja en la operatividad de una sola categoría de medida; y la función, donde se opera simultáneamente las dos medidas pero en una simple línea. Se tiene presente que estas formulaciones planteadas por Vergnaud se encuentran enmarcadas en un lenguaje natural y acorde al nivel escolar de los estudiantes.

Por otra parte entendemos que se trata de un aplicativo perteneciente a un juego de roles, para lo cual fue necesario tomar la postura teórica de la gamificación, donde se trata de poder “utilizar elementos del juego y el diseño de juegos, para mejorar el compromiso y la motivación de los participantes -el uso de elementos de juego en contextos que no son de juego-” (Contreras, 2016). “Es usar elementos del diseño del juego en contextos diferentes al de un juego” (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). En este caso, el diseño del juego se centra en ubicar las situaciones problema en un contexto cotidiano, donde los estudiantes deban resolver las diferentes preguntas.

En otras palabras, Deterding et al (2011) resume a la gamificación como:

El uso (en lugar de la extensión); del diseño (en lugar de la tecnología basada en el juego o de otras prácticas relativas al juego); de elementos (en lugar de los juegos como tal); características de los juegos (en lugar del juego o de la diversión); en contextos diferentes al juego (independientemente de las intenciones específicas de su uso, contexto o medios de implementación) (p.4)

Es importante anotar que al crear un juego educativo, se aporta al cambio la manera en que los estudiantes practican y evidencian la relación entre los conceptos matemáticos (en este caso la multiplicación) y la resolución de diferentes situaciones que ocurren en su entorno. Es pasar de la práctica recurrente en el cuaderno, a utilizar un medio diferente y en cierta medida implícito, como lo es un juego virtual.

Diferentes investigaciones permiten evidenciar la eficacia en la utilización de estos en el aula de clase, sin embargo es importante tener en cuenta que hay ciertas reglas que se deben cumplir para que sea exitoso.

Frente a esto i Peris (2015) define que:

La potencialidad educativa de los juegos serios viene determinada por el reconocimiento de que su misión va más allá del puro entretenimiento. Para su utilización educativa hay que tener en cuenta los objetivos, las reglas y los retos determinando el orden, los derechos y las responsabilidades de los jugadores. Además, el jugador debe enfrentarse con problemas a los que debe buscar solución. En este enfrentamiento a través de la dinámica del juego surge una interacción que estimula las vivencias que emergen como resultado de la interacción. (p.14)

En este sentido Marín-Díaz (2015) apoya la fortaleza en la utilización de los juegos en ambientes educativos, así:

La gamificación propiamente dicha trata de potenciar procesos de aprendizaje basados en el empleo del juego, en este caso de los videojuegos para el desarrollo de procesos de enseñanza-aprendizaje efectivos, los cuales faciliten la cohesión, integración, la motivación por el contenido, potenciar la creatividad de los individuos.

De igual manera, y recordando que la APK hace parte de un juego de roles, este juego se encuentra fundamentado en las situaciones problema como metodología de enseñanza. A partir de estas se puede plantear la enseñanza de los diferentes conceptos desde una óptica general, esto quiere decir que con un problema (escogido por cumplir con las necesidades) se establecen condiciones y situaciones en las que se establezcan los conceptos a tratar con los estudiantes.

Las situaciones problema permiten la enseñanza de la matemática conforme a los cinco pensamientos planteados como necesidades formativas por el Ministerio de educación. Esto a su vez hace que todo concepto sea enfrentado a un análisis en donde el niño pueda descubrir por sí mismo a qué se refiere. Es pertinente entonces definir la situación problema, para ello retomamos lo dicho por (Moreno & Waldegg, 2002).

La situación-problema es el detonador de la actividad cognitiva; para que esto suceda debe tener las siguientes características:

- a) Debe involucrar implícitamente los conceptos que se van a aprender.
- b) Debe representar un verdadero problema para el estudiante, pero a la vez, debe ser accesible a él.
- c) Debe permitir al alumno utilizar conocimientos anteriores.
- d) Debe ofrecer una resistencia suficiente para llevar al alumno a poner en duda sus conocimientos y a proponer nuevas soluciones.
- e) Debe contener su propia validación. (p.56)

Con estas pautas, el docente puede diseñar de manera más clara las preguntas y el entorno a utilizar en las clases o en los ambientes donde se utilizan.

Al respecto Obando & Muñera (2002) resaltan que

La situación problema debe permitir al estudiante desplegar su actividad matemática por medio del desarrollo explícito de una dialéctica entre la exploración y la sistematización. Esto implica que la situación problema debe tener, como parte de los elementos que la constituyen, dispositivos que permitan a los alumnos desarrollar, de manera autónoma, procesos de exploración tales como la formulación de hipótesis, su validación, y si es del caso, su reformulación. (pág. 186)

La investigación pues centra su diseño en implementar las situaciones problema como base teórica, esto a su vez facilita y permite que el estudiante (que ya se encuentra expuesto a esta metodología) logre identificar las magnitudes y la relación multiplicativa pertinente.

Análisis de resultados o desarrollo:

La implementación tiene como objetivo mejorar el proceso de aprendizaje de la multiplicación en los estudiantes de grado tercero a partir de la utilización de una aplicación (APK) teniendo como base una de las preguntas de las situaciones problema. Esta pregunta está centrada en el uso de la multiplicación relacionando dos magnitudes: la cantidad de huevos y los panes hechos. En este punto el estudiante debe reconocer cuántos huevos necesita para hacer un pan, luego a partir de la recolección de los huevos, debe responder a la pregunta “¿Cuántos huevos has usado para hacer los panes?”, el estudiante tiene dentro de la pantalla de juego un indicador de la cantidad de panes que ha hecho hasta el momento, al igual que un indicador de la cantidad de huevos que va recolectando.

Conceptualización de la APK

Identificadas las estrategias para la enseñanza de los conceptos anteriormente expuestos y enmarcándose en la gamificación, se da forma a una dinámica de juego (figura 1) que resulte igualmente efectiva y divertida para los estudiantes. La narrativa juega un papel muy importante en el interés del jugador hacia el universo que presenta el juego.

Se observa que el pensamiento a valorar durante esta actividad está relacionado con el pensamiento métrico. Así mismo una de las relaciones propuestas y fundamentales ente ejercicio entre la cantidad de panes y la cantidad de huevos, nos lleva a considerar que se habla de un isomorfismo de medidas, además de la interacción, de modo que se contextualice en la función que va a desempeñar dentro de la panadería y en este caso en la producción de panes.

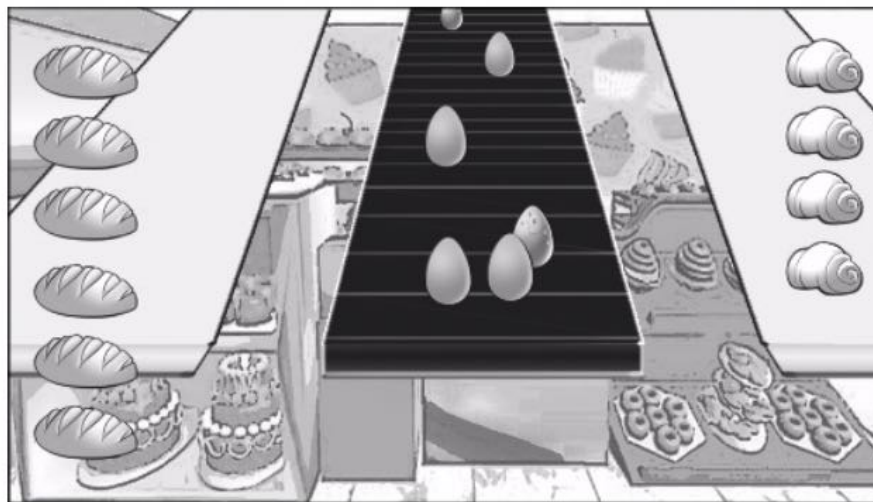


Figura 1. Diseño de mecánica de juego. CE-LAB 2018

En cuanto a lo gráfico, se elige un estilo Cartoon, de colores cálidos, objetos y arquitectura estilizados para buscar una rápida inmersión de los niños en la historia (figura 2). Los personajes son dibujados de acuerdo a las características planteadas en el guion.



Figura 2. Diseño de personajes y diseño de pantalla de entrada. CE-LAB 2018.

Elementos clave en la mecánica de Juego

El escenario de la panadería se hace en 2D, en él se observan los siguientes componentes que generan una dinámica adecuada en el juego (figura 3):

- *Canasta:* Se encuentra ubicada al lado izquierdo inferior, representa la cantidad de huevos que el estudiante va recogiendo. En la parte superior de ella se encuentra un con-

tador, el cual varía según la cantidad de huevos necesaria para la realización de un pan y depende del tipo de pan. Se relaciona con la tabla de cantidad de panes.

- *Tabla de producción:* la tabla se ubica en la parte izquierda superior, en ella se muestran la ilustración de los panes que se van preparando. Su valor cambia a partir de la cantidad de huevos que el estudiante recolecta.
- *Banda transportadora:* la banda se encuentra ubicada en el centro de la locación, en ella se deslizan los diferentes huevos. El estudiante debe seleccionar aquellos que se encuentren en buen estado y trasladarlos a la canasta. Los huevos que no son seleccionados caen al finalizar la banda.
- *Elementos de decoración y contextualización:* en la panadería se encuentran referenciados diferentes elementos comunes en un lugar como este, tales como tabla de productos a vender, logotipo de la panadería, estantes con diferentes panes y repisas con productos dulces.



Figura 3. Escenario Matematipan. CE-LAB 2018.

Encuesta post-implementación

Con el fin de medir e identificar la percepción de los estudiantes y la utilidad de la APK en los estudiantes, se realiza una breve encuesta al finalizar la aplicación. En esta encuesta

se encuentran reflejadas las opiniones de los estudiantes y como fue relacionado con el proceso de diseño del APK.

En cuanto a la implementación del APK se obtiene como resultado de un total de 53 estudiantes, 37 estudiantes de ellos (aproximadamente el 70%) indican que el juego está entre divertido y muy divertido. En este aspecto se puede inferir que debido a que la APK se trata de una pregunta, el nivel de aceptación es alto. En este caso para los estudiantes, observar un entorno diferente al lápiz y el papel permite generar expectativa y diversión.

La APK generó un interés elevado al comienzo de la sesión todo en cuanto se indicó a los estudiantes que en la clase de ese día tenían la oportunidad de jugar. A partir de esto y viendo el desarrollo de la actividad, el interés cambia un poco, sin embargo se obtuvo que un 25% de los estudiantes definieron la APK como Muy interesante, un 13% como bastante interesante y un 26% como interesante.

En otro aspecto se preguntó cómo consideraba el juego frente al nivel de dificultad que se pudiera presentar durante la implementación. Este caso se evaluó en una escala de 1 a 5 donde 1 indicaba “muy fácil” y 5 indicaba “muy difícil. El aplicativo se centraba en resolver una relación entre la cantidad de huevos y la cantidad de panes, por lo que los estudiantes al identificar qué debían realizar, podían resolver rápidamente las diferentes preguntas. De esta manera el 75% logró identificar la dinámica del juego entre 3 y 5 minutos después de comenzada la actividad, a partir de la interacción con el juego y de los diferentes errores y pérdidas.

Por su parte la claridad de los datos y la información involucrada en la actividad es consecuentemente alta, al tener un nivel alto de visualización. En este caso, el pensamiento general de los estudiantes es que la actividad fue muy clara entenderla, desde ese momento todos los elementos que generaban cambio estaban relacionados los unos con los otros. Así, 42 de 53 estudiantes pudieron comprender totalmente la dinámica y los elementos pertenecientes al juego, mientras que 38 de 53 estudiantes lograron visualizar totalmente estos mismos elementos como se observa en la figura 4.

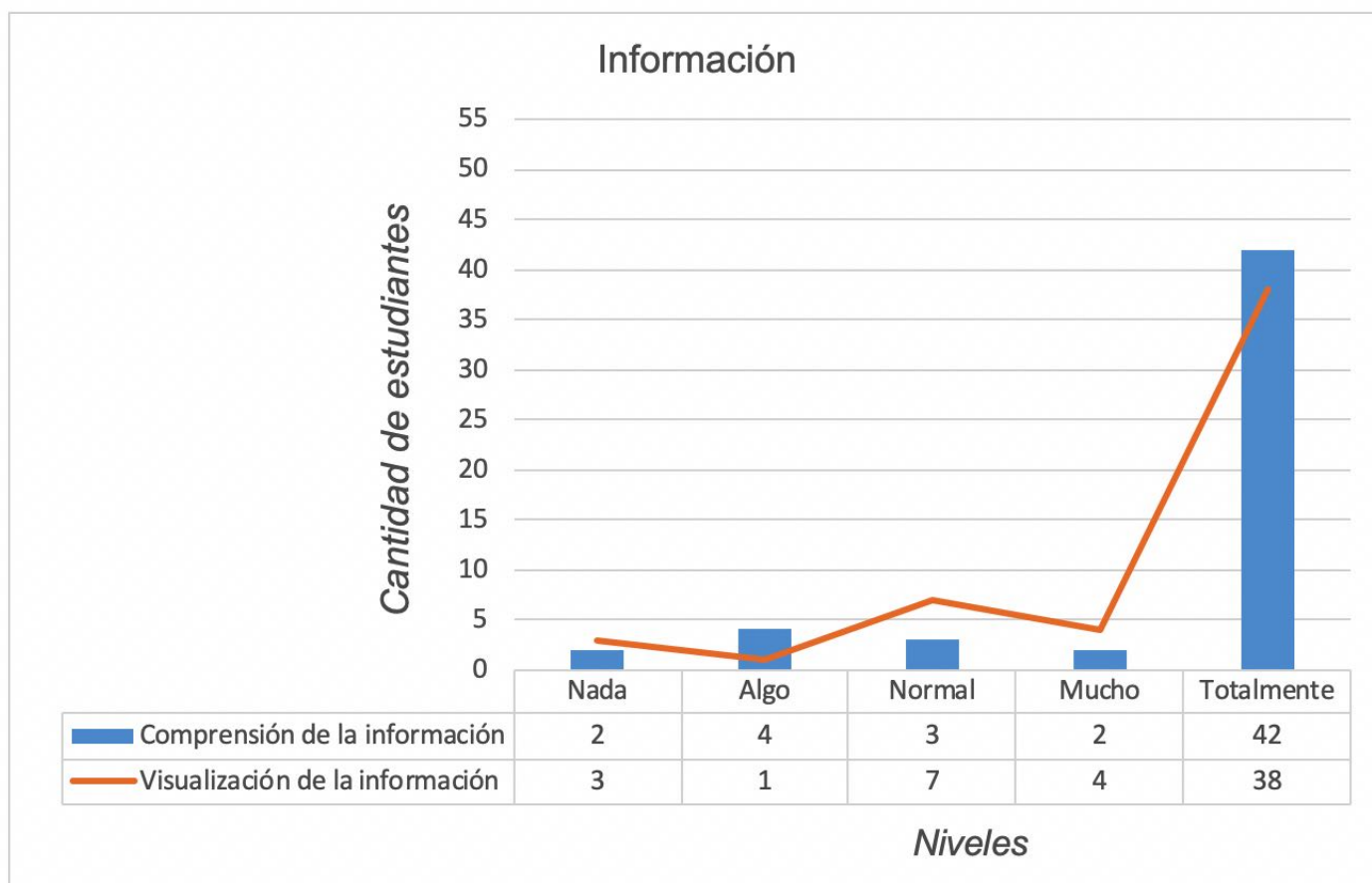


Gráfico 4 Relación entre la comprensión y la visualización de la información

A partir de estos resultados se evidencia un nivel alto de efectividad en la conceptualización de la multiplicación a partir de la relación y utilización de dos magnitudes. A continuación se presenta una breve discusión sobre estos resultados.

Discusión de resultados:

Esta aplicación permitió realizar una observación preliminar del diseño del juego, todo en cuanto se deseó analizar la dinámica de la pregunta. Otros aspectos retomados fueron la organización, la reacción de los estudiantes, el desarrollo de la actividad, las fortalezas y las debilidades que se generaron durante la implementación.

En primer lugar se encuentra la dinámica de la APK, donde a partir de la pregunta inicial se desarrolla una actividad en donde el estudiante debe seleccionar los huevos en buen estado y trasladarlos a la canasta. En efecto, los estudiantes logran descifrar esta dinámica en un periodo de cinco minutos aproximadamente debido a que se encuentran permeados por el trabajo con situaciones problema.

Este aspecto se evidencia dentro del juego, puesto que se dejaron visibles las dos magnitudes que se estaban trabajando. El número de huevos (que era el centro de atención) es la magnitud variable se encontraba en el centro de la pantalla y la cantidad de panes (que se encontraba en el fondo) facilitando la asociación de ambas magnitudes.

Al trabajar con cantidades pequeñas, los estudiantes resolvían las preguntas de manera rápida, de modo que no se observa la utilización de las manos (conteo manual) o la suma. Podemos indicar entonces que esto se debe a la existencia del contador de huevos visible en la parte inferior izquierda, el cual permitía al estudiante estar pendiente del cambio en la cantidad de huevos mientras que a su vez se generaba la relación entre ambas magnitudes (huevos-panes).

En cuanto a los aciertos o errores que pudieran tener durante la aplicación, se observó que los mensajes presentados en el momento de responder son incluyentes, ya que invitan al estudiante a continuar con el juego. Así, la reacción es positiva en el momento de presentarlos.

También se observa que no fueron incluidos aspectos como los puntos y el dinero, hecho que se evidenció con la inquietud de los estudiantes sobre “¿en qué nivel me encuentro?” “¿Cuántos puntos he ganado?”. Estos aspectos permiten que exista una competencia sana entre todos los estudiantes que están jugando en ese momento. Igualmente permite conocer el nivel de frustración en el desarrollo de las actividades.



Figura 4 Mensaje de respuesta correcta

De igual manera como el juego ha sido diseñado a partir de situaciones problema, los estudiantes se encuentran permeados ante un trabajo continuo con este tipo de metodología, de modo que existe un nivel de confort y cotidianidad ante actividades de este estilo. Así, genera que su nivel de diversión también se incremente.

Los niveles de aceptación son determinados a factores como el reconocimiento de una APK en donde se utilicen los temas tratados en el aula de clase. La fácil interacción, la interfaz utilizada en la actividad, la cual permite que el estudiante sea partícipe de la fabricación de panes y por último la dinámica de la clase, donde cambia totalmente el rol del profesor.

Por su parte la comprensión de la información se refiere a cuán claro está el objetivo de la actividad, si es posible entender la pregunta a responder, y si están definidas las magnitudes, las cantidades, la relación entre las magnitudes. Se observa que los estudiantes perciben un nivel alto en la visualización de los elementos de la APK, esto se debe a que todos ellos se encuentran en un radio de visibilidad amplio y bien definido, salvo la tabla de producción de panes, ya que el color no generaba un contraste elevado frente a los demás elementos inscritos en la escena.

Es importante aclarar que los estudiantes tenían la posibilidad de escoger más de una opción y para fines del análisis se ha decidido que, en aquellos estudiantes donde aparecen múltiples opciones solo sea escogida una de ellas (la de menor probabilidad). De los 53 estudiantes reconocieron que el concepto que más se trabaja es la multiplicación, todo cuanto en la APK se presentó claramente las dos magnitudes con las que se trabajaría y cuál era la relación entre ellas.

De esta manera la asociación frente a lo trabajado en las clases facilitó la selección de esta opción. Sin embargo es interesante observar que 19 estudiantes tuvieron como selección la suma, operación que se relaciona con la multiplicación. En este caso el hecho que la APK se diseñara con valores sencillos, hace que los estudiantes opten por pensar que es cuestión de sumar cantidades básicas, y no necesiten mayor capacidad para resolver la pregunta.

También los estudiantes tuvieron el concepto de la multiplicación como algo inmerso en su diario vivir, en este caso era un conocimiento primitivo el cual, durante todo el proceso de aprendizaje fue establecido mediante la utilización de magnitudes. De esta manera encontrar la relación entre diferentes magnitudes se realiza de manera sencilla.

Cabe resaltar que el utilizar una metodología de situaciones problema y el isomorfismo de medidas permite que la estructura multiplicativa no sea vista como un concepto fijo. Así y en esta oportunidad los estudiantes hicieron uso de sus conocimientos de manera espontánea y sin necesidad de indicar que se necesita de la multiplicación como operación para resolver la pregunta de la actividad.

Finalmente, el diseño del juego completo al igual que las situaciones problema deja abierta la posibilidad de crear nuevas APK. En donde se evidencie la relación entre la estructura multiplicativa y el isomorfismo de medidas.

Conclusiones

Los estudiantes pueden hacer uso de sus conocimientos de manera intuitiva, y pueden resolver de manera exitosa las preguntas que se le dan. De esta manera la APK logra incluir todas las variables necesarias en su proceso de diseño, en cuanto se observa que los estudiantes tienen un nivel alto de interés. Por otra parte la utilización de los diferentes elementos gráficos facilita el proceso de entendimiento tanto de la pregunta como de la operación a realizar, así permiten que el estudiante pueda inferir el problema que se presenta en la panadería y a su vez utilizar sus conocimientos matemáticos.

Las situaciones problema, desde su estructura permite visualizar los objetivos y las metas del videojuego, todo cuanto el diseño incluye la multiplicación y la relación multiplicativa de manera implícita. A su vez facilita la construcción de los elementos visuales, relacionándolos entre sí y generando un ambiente virtual adecuado. El trabajar con una APK el tema de multiplicación, facilita que tanto la docente como los estudiantes refuercen sus habilidades en la utilización de herramientas TIC, mejorando el nivel académico que propone el Ministerio de Educación Nacional y las Naciones Unidas.

Agradecimientos

Se hace un especial agradecimiento a todo el equipo técnico y de diseño del grupo de investigación CE-LAB en cabeza del Ph.D Oscar Yovani Checa por seleccionar mi proyecto para ser realizado, Igualmente a la Universidad Nacional de Colombia en compañía de los docentes, por brindarme los conocimientos y el apoyo necesario para hacer este proyecto realidad.

Referencias

Aguilar, J. M., & Navarro, J. I. (2000). Aplicación de una estrategia de resolución de problemas matemáticos en niños. *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, 53(1), 63-83.

Alemañ, T. (2015). *Desarrollo de un videojuego para móviles con Unity*. Alicante: Universidad de Alicante.

Arcavi, A. (2016). Miradas matemáticas y pensamiento numérico. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 11-19.

Ardila Chaparro, O. (2015). *Aplicación Android como estrategia de apoyo en la enseñanza de las matemáticas*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Bautista Díaz, D. A., Rojas Acero, C. C., Sandoval Moyano, M., & Rincón Cendales, W. (2016). Desarrollo del pensamiento numérico de los estudiantes de grado tercero en la estructura multiplicativa a través del desarrollo de una aplicación móvil. Bogotá.

Belló, C. (2014). *Diseño y desarrollo de aplicaciones software para la creación de actividades docentes con elementos de Gamificación*. Madrid: UAM. Departamento de Ingeniería Informática.

Berrío Murillo, W., & Gómez Villa, V. A. (2015). *Multiaplicatic: Una estrategia para el razonamiento de situaciones que involcran estructuras multiplicativas*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Betancur, S., Carmona, L., Contreras, R., Karam, J. M., Maestre, N., Romero, Y., & Uribe, S. (2016). Videojuegos y TIC como estrategias pedagógicas: Formación para el uso seguro de internet. CULTURA EDUCACIÓN Y SOCIEDAD.

Borrás Gené, O. (2015). Fundamentos de la gamificación. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Carrión-Salinas, G. A. (2017). Gamificación en educación primaria. Un estudio piloto desde la perspectiva de sus protagonistas. Andalucía: Universidad Internacional de Andalucía.

Contreras, R. S. (2016). Juegos digitales y gamificación aplicados en el ámbito de la educación. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27-33.

Cortizo Pérez, J. C., Carrero García, F., Monsalve Piqueras, B., Velasco Collado, A., Díaz del Dedo, L. I., & Pérez Martín, J. (2011). Gamificación y Docencia: Lo que la Universidad tiene que aprender de los Videojuegos.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gameness: defining gamification. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media environments, 9-15.

Galvis, Á. H. (2014). Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso Colombia. Buenos Aires: UNICEF.

García, M., & Suárez, A. (2011). PROCEDIMIENTOS DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS MULTIPLICATIVOS DE ISOMORFISMO DE MEDIDAS. En U. P. Nacional, Memorias del 20º Encuentro de Geometría y sus Aplicaciones (págs. 213-220). Bogota: Perry, P.

Golding, J., & Smith, C. (Noviembre de 2016). Beginner mathematics teachers assessing advanced problem solving: what do they bring, what do they need, and how can the gap be bridged? Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics 36. London: Adams, G.

Gómez, M. (2002). ESTUDIO TEÓRICO, DESARROLLO, IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ENTORNO DE ENSEÑANZA COLABORATIVA CON SOPORTE INFORMÁTICO (CSCL) PARA MATEMÁTICAS. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6 ed.). Mexico: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

i Peris, F. J. (2015). Gamificación. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 16(2), 13-15.

Ivars, P., & Fernández, C. (2016). Problemas de estructura multiplicativa: Evolución de niveles de éxito y estrategias en estudiantes de 6 a 12 años. Educación Matemática, 28(1), 9-38.

Jensen, E. O., Hanghøj, T., & Misfeld, M. (2016). Game Design and Development as Mathematical Activities: Proposing a Framework. European Conference on Games Based Learning,, 296.

Jiménez Torres, A. I., & García Lázaro, D. (2015). El proceso de gamificación en el aula: Las matemáticas en educación infantil.

López, A. (2015). Una aproximación a la comprensión de la proporcionalidad directa. Reporte de una experiencia. RECME, 78-82.

Lucas Ledesma, M. (19 de Julio de 2011). Elaboración de material didáctico con TIC para abordar la competencia matemática y la resolución de problemas aritméticos en Educación Primaria. Obtenido de Iss:

http://www.iiis.org/CDs2011/CD2011CSC/SIECI_2011/PapersPdf/XA807OX.pdf

[Marín-Díaz, V.](#) (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza creativa. Digital Education Review(27).

MEN. (2006). Estándares Básicos de Competencias en matemáticas. Obtenido de www.mineducacion.gov.co/1759/articles-116042_archivo_pdf2.pdf

MEN. (2006). Plan Decenal de Educación 2006 - 2016. Obtenido de Organización de Estados Iberoamericanos: <http://www.oei.es/historico/pdfs/pde.pdf>

Mendible, A. (2015). La modelación matemática: una visión interesada de la realidad. En U. d. Carabobo., Investigaciones en educación matemática. Aportes desde una unidad de investigación (págs. 14-28).

Moreno, L., & Waldegg, G. (2002). Fundamentación cognitiva del currículo de matemáticas. Memorias del Seminario Nacional: Formación de Docentes sobre el Uso de Nuevas Tecnologías en el Aula de Matemáticas, 40-66.

Obando, G. (2015). Sistema de prácticas matemáticas en relación con las Razones, las Proporciones y la Proporcionalidad en los grados 3o y 4o de una institución educativa de la Educación Básica. Cali.

Obando, G., & Muñera, J. J. (2002). Las situaciones problema como estrategia para la conceptualización matemática. Revista Educación y Pedagogía, XV, 185-199.

Papp, T. A. (2017). Gamification Effects on Motivation and Learning: Application to Primary and College Students. International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education, 3193-3201.

Pérez, J. L., & Gómez, J. R. (2016). Una propuesta para reconocer las estrategias de los estudiantes en grado cuarto en la solución de problemas multiplicativos de tipo razón. Encuentro Distrital de Educación Matemática. Bogota.

Rivera, G. M. (2014). Procesos de Razonamiento y de comprensión con respecto a la solución de problemas que involucran la estructura multiplicativa. Medellín: Universidad de Antioquia.

Saez, J. (2012).

Valoración del impacto que tienen las TIC en educación primaria en los procesos de aprendizaje y en los resultados a través de una triangulación de datos.

Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, 11(2), 11-24.

Scattarética, F. (2017). Caracterización de tareas multiplicativas a partir de la invención de problemas matemáticos. Universidad Católica del Norte.

Schoenfeld, A. H. (2007). Problem solving in the United States, 1970–2008: research and theory, practice and politics. *ZDM*, 537-551.

Torres, M. C. (2013). Formas de acción en el tratamiento de situaciones Multiplicativas: una mirada del isomorfismo de medida en Términos del análisis relacional. Medellín: Universidad de Antioquia.

Vergnaud, G. (2003). El Niño, las matemáticas y la realidad: problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria. Mexico: Trillas.

22

Implementación de prácticas contextualizadas al sector rural para la construcción de números irracionales mediante objetos físicos de aprendizaje (OFA)

Juan Carlos Rivera, Laura Esquivel, Óscar Yovany Checa Cerón

Grupo de Investigación CE-LAB

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Palmira.

Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira

Sobre los Autores

Juan Carlos Rivera: Licenciado en matemáticas de la Universidad del Cauca (Popayán, Colombia). Estudiante de último semestre de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Palmira, Colombia). Actualmente docente en propiedad en el área de matemáticas por la Secretaría de Educación del Valle del Cauca y coordinador del área de matemáticas de la Institución Educativa Borrero Ayerbe. Experiencia profesional en educación media de más de 16 años.

Correspondencia: juacriviera@unal.edu.co

Laura Viviana Esquivel Erazo: Técnico profesional en Diseño gráfico con diplomado en diseño y creación de páginas web, cursado en la Fundación Academia de Dibujo Profesional. Estudiante de noveno semestre de Diseño Industrial en la Universidad Nacional de Colombia. Diseñadora en el grupo de investigación CE- LAB apoyo en el desarrollo y creación de herramientas de soporte para la enseñanza, diseño de objetos físicos y gráficos.

Correspondencia: lvesquivele@unal.edu.co

Óscar Yovany Checa Cerón: Físico, Magister en Ciencias Físicas y Doctor en Ciencias-Física de la Universidad del Valle (Cali-Colombia), Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia, Con 15 años de experiencia en educación e investigación. Actualmente Coordinador de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Director del Grupo de Investigación CE-LAB: Ciencia, Educación e Innovación. Director de tesis a nivel de Pregrado y Maestría. Áreas de Interés: Educación matemática, Enseñanza de las Ciencias Naturales, Recursos Educativos Digitales, Medio Ambiente.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

Este artículo busca contribuir a la transformación en el ámbito educativo, expone una alternativa metodológica a la enseñanza tradicional de los números irracionales en el aula. Su importancia radica en que el conocimiento de las operaciones y propiedades de los números irracionales, aunque muchas veces abstractas, se requieren para temas muy importantes del pensamiento matemático. Se contó con los estudiantes de grado once de una institución educativa pública, y se realizó desde un enfoque contextualizado al entorno rural mediante una secuencia didáctica (SD) que implementó una práctica pedagógica en la que se utilizaron objetos físicos de aprendizaje, que sirvieron de apoyo en la construcción del número irracional pi (π). Esta implementación metodológica se desarrolló en cuatro fases, la primera de documentación, la segunda de diagnóstico, la tercera de diseño y una cuarta de aplicación. Por medio de esta práctica los estudiantes encontraron un valor aproximado de π y en la prueba escrita relacionada con la temática se alcanzó un porcentaje de aciertos del 82.9%. Los resultados demostraron que los objetos físicos sirvieron como medio facilitador para el aprendizaje significativo.

Se pretende que esta innovación en la metodología de enseñanza de los números irracionales sirva como estrategia de apoyo a otros docentes tanto de la misma institución como de otras del sector rural ya que la guía de aprendizaje y los objetos físicos fueron diseñados también con ese propósito.

Palabras Claves: Números, irracionales, secuencia, didáctica, contexto, objetos, aprendizaje.

Abstract

This article seeks to contribute to the transformation in the educational field, exposing a methodological alternative to the traditional teaching of irrational numbers in classroom. Its importance is that knowledge of the operations and properties of irrational numbers, although often abstract, are required for very important topics of mathematical thought. Eleventh grade students from public educational public institution were counted, and carried out from a contextualized approach to the rural environment through a didactic sequence (SD) that implemented a pedagogical practice in which physical learning objects were used as support in the construction of the number pi (π). This methodological

implementation was developed in four phases, the first of documentation, the second of diagnosis, the third of design and a fourth of application. Through this practice the students found an approximate value of π and in the written test related to the theme a percentage of correct answers of 82.9% was reached. The results showed that physical objects served as a facilitator for meaningful learning. It is intended that this innovation in the methodology of teaching irrational numbers serve as a support strategy for other teachers from both the same institution and others in the rural sector since the learning guide and physical objects were also designed for that purpose.

Keywords: Numbers, irrational, sequence, didactic , context, objects, learning.

Introducción

En los Lineamientos curriculares y los Estándares básicos de competencias de matemáticas para el conjunto de grados décimo a once, se contemplan las propiedades y características de los números reales (Ministerio de Educación nacional, 1998; Ministerio de Educación nacional, 2006); esto se suele abordar de una manera meramente axiomática, partiendo de la construcción de los conjuntos numéricos como los números naturales, enteros, racionales e irracionales hasta llegar a la construcción del conjunto de los números reales. En muchos textos y guías, lo más cercano a la contextualización de los irracionales se realiza mediante construcciones geométricas, desconociendo el entorno en que se desenvuelve el estudiante (Vargas Hernández, 2017; Cappellucci, E., & Carballido, A., 2017; Díaz Sandoval, 2018). Lo que genera la poca aprehensión de los conceptos, la apatía por las clases que se enfocan este tema y el bajo rendimiento académico demostrado, tanto en pruebas internas como externas en las que se evalúan estos contenidos.

Esta problemática parece ser generalizada y hay poca investigación de profundización al respecto (Fernández, Molina, & Planas, 2015). En la Institución Educativa Borrero Ayerbe, zona rural del Municipio de Dagua, en la orientación de los conceptos referidos al conjunto de los irracionales, se presentan estas mismas dificultades. Crespo Crespo (2009) apunta que puede ser debido quizás a la manera como fueron guiados a acceder a la matemática, no la conciben como una ciencia importante para su entorno, sino como un conjunto de símbolos, reglas y procedimientos mecánicos, sin algún objetivo claro. Además, en los docentes se generan dificultades en el ánimo de lograr que el aprendizaje de estos conceptos sea de manera consciente y no repetitiva (Vargas Hernández, 2017; Caicedo Vallejos, E. E., & Madrigal Arboleda, G. A., 2018).

Este artículo presenta uno de los asuntos del trabajo para optar al título de maestría intitulado ***Implementación de prácticas contextualizadas en la construcción de números irracionales con estudiantes de undécimo grado***, y abarca el tema concerniente a las propiedades y características de los números reales, referido concretamente a la construcción de los números irracionales desde un enfoque contextualizado al sector rural mediante prácticas pedagógicas, en las cuales se implementan objetos físicos de aprendizaje (OFA). Presenta una alternativa en el proceso enseñanza-aprendizaje ya que al realizar acti-

vidades que atraen la atención y motivación del estudiante con el uso de medios y recursos naturales del entorno se propicia el aprendizaje (Fuentes & Saiz Sáenz, 2016; Ochoa Grande, L.,2016).

El objetivo de este trabajo es describir una estrategia metodológica que permita aprovechar el entorno de instituciones educativas rurales para realizar actividades prácticas, donde se construyan algunos números irracionales a partir de objetos físicos y permitan un aprendizaje significativo en el estudiante (Castillo Beltrán, P. A., 2011; Medrano, C. G. M., & Gangotena, M. W. T., 2018). Como un caso particular se expone la práctica seguida para construir el número π . Se prevé que la práctica orientada con esta estrategia sirva de apoyo para los docentes de matemáticas que orienten la asignatura en grado once (Jiménez, D. A.,2017). Además, de acuerdo a lo planteado en el trabajo se espera comprobar como hipótesis que la comprensión y aprehensión de los números irracionales por parte de los estudiantes de grado once, a través de prácticas contextualizadas, permitan mejores resultados en las pruebas internas relacionadas con el tema.

Metodología

Al tratar esta investigación un tema social en el ámbito educativo, el tipo de metodología que se implementó se enmarca en la Investigación Acción Participativa, donde los principales actores fueron los estudiantes (Borda, O. F.,1999), a través de un enfoque cualitativo que favorezca un cambio positivo en la sociedad (Barba-Martín, R. A., Barba, J. J., & Scott, S. M.,2015). Se realizaron cuatro prácticas, (en este artículo se expone la construcción del número π) con aprovechamiento del entorno rural para construir números irracionales, con lo que se propendió que el estudiante alcanzara un aprendizaje significativo. Álvarez, M. C. (2015) apunta “Los objetivos del aprendizaje significativo de contenidos y del aprender a aprender exigen la diversificación de los recursos, medios, instrumentos y dispositivos usados tradicionalmente en el proceso de enseñanza” (p.7).

Para llevar a cabo este trabajo en cuestión se realizaron durante el proceso las siguientes etapas:

Etapa I: documentación

En años anteriores en la institución se evidenció la dificultad que presentan los estudiantes de grado once con el manejo del concepto y propiedades de los números irracionales, reflejados en un bajo rendimiento académico mostrado en archivos de resultados de pruebas internas y pruebas externas, lo que conlleva a un generalizado desinterés por las clases, según manifestación de los docentes anteriormente a cargo. Para resolver esta problemática se decidió cambiar la metodología tradicional de enseñanza y se comenzó una revisión bibliográfica a cerca de estrategias que facilitarían la orientación de este tema, luego se delimitó la búsqueda, enfocada a observar trabajos que implementaran objetos físicos, puesto que sirven como medio lúdico y de apoyo para alcanzar un aprendizaje significativo (Ausubel, 1976).

Etapa II: diagnóstico

Se planteó una encuesta de diagnóstico o predicción para establecer el nivel de los conocimientos previos con el fin de identificar dificultades y así realizar actividades de nivelación antes de comenzar el desarrollo de la secuencia. La encuesta se realizó acorde a los conocimientos matemáticos requeridos para el desarrollo de las prácticas; para la construcción de π se establecieron los temas sobre la pendiente de una recta, conjuntos numéricos, orden de los números reales y media aritmética o promedio.

La aplicación contó con una muestra de 41 estudiantes pertenecientes al grado undécimo de la institución, de los cuales 18 son mujeres y 23 son hombres, con edades que oscilaron entre 16 y 19 años, con una duración máxima de 45 minutos. Según los resultados de la encuesta, se realizaron actividades de refuerzo a los estudiantes, en los temas necesarios para la ejecución de la práctica, es decir, antes de la práctica se llamó a los estudiantes cuyos resultados, según la encuesta de predicción, no habían sido favorables para esta actividad y se les dejó un plan de refuerzo, el cual fue revisado y socializado con cada uno de ellos. En las temáticas de aquellos aspectos en los que el grupo tuvo más dificultades se hizo una orientación y retroalimentación generales, dejando compromisos académicos para que cada estudiante los cumpliera para luego ser revisados. El análisis de los resultados de esta encuesta sirvió de fundamento para estructurar una SD (Palop, E. E., 2015) y la guía de aprendizaje.

Etapa III: diseño

Como la construcción de los números irracionales es muy extensa, se optó trabajar con algunos de ellos, llamados “famosos”, señalados así por su amplia gama de aplicaciones, no solo en matemáticas, sino en las ciencias en general. Se decidió esto para diseñar una SD que permitiera al estudiante construir y comprender la noción de número irracional (León, M. 2015). El número irracional elegido para exponer la realización de la actividad práctica, como se ha mencionado antes, fue el número π , número que ha atraído el interés de las ciencias a través de la historia (de León Urbina, M., 2015).

Se planteó una SD para luego desarrollar una guía de aprendizaje formulada por el docente, con apoyo de materiales encontrados fácilmente en el entorno rural. Para el diseño de la secuencia se tuvo en cuenta determinados aspectos como son:

- Objetivos de la actividad.
- Procesos generales y estándares básicos de competencias requeridos para cada práctica reglamentados por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- Pensamientos matemáticos a desarrollar.
- Conocimientos previos necesarios.
- Tiempo estimado para el desarrollo de la actividad.
- Introducción a la actividad, donde se colocan aspectos teóricos básicos necesarios para la ejecución de la práctica.
- Materiales.
- Desarrollo de la actividad en un paso a paso metodológico estratégico.

Cabe anotar que los estudiantes no conocían con prelación el tipo de número a construir, este lo debían deducir al final de la actividad o en la sesión de retroalimentación, pues uno de los objetivos de la metodología implementada era orientar a los estudiantes a construir el conocimiento a partir de otros preexistentes (Novak, 1988).

Etapa IV: aplicación

Se implementó una guía de aprendizaje, basada en la SD. Los estudiantes se dividieron en equipos de cinco integrantes (trabajo colaborativo), formando en total ocho grupos: siete grupos de cinco estudiantes y uno de seis. La escogencia de los equipos se hizo en clase, se tuvo en cuenta ocho estudiantes con el mejor rendimiento académico en la asignatura de matemáticas, asignándoles un grupo a cada uno. Luego estos líderes fueron escogiendo por turnos a cada nuevo integrante y se iban escribiendo en el tablero hasta completar el equipo. Esto contribuyó a que los equipos quedaran bien conformados en cuanto a aptitud, número y fortalecimiento de la convivencia (Silberman, 2005).

En la práctica se evaluó la participación de sus integrantes, el interés, el trabajo colaborativo en general, y al terminar los estudiantes entregaron el desarrollo por escrito para verificar el aprendizaje. Al final de la guía, se le solicitó a cada integrante escribir comentarios y sugerencias al docente sobre la actividad realizada; esto se hizo de manera individual, ya que podría suceder que las apreciaciones de un estudiante no coincidieran con las del equipo o que las dificultades fueran particulares; de esta manera se evaluaba constantemente tanto al estudiante como al docente, siempre en procura de mejorar (Medina, M. B. E., 2015). En la siguiente clase, se llamó a cada equipo de trabajo y se les entregó el resultado de la evaluación, resaltando sus fortalezas y debilidades (en caso de haberlas), promoviendo así un aprendizaje y evaluación continuos (Fuentes, Y. Y., González, A. C., Graus, M. E. G., & Rodríguez, G. O., 2016). La evaluación de la metodología fue constante, y el papel del docente, fundamental, ya que debió valorar cada solución, estrategia, interpretación e interacción con los instrumentos, recursos y materiales de las actividades propuestas en la guía de aprendizaje. El acompañamiento permanente del docente a los estudiantes a través de preguntas promovió la elaboración de conjeturas, propició la discusión de argumentos y justificaciones dadas (Collazos, C., Guerrero, L., & Vergara, A., 2001). La evaluación a los estudiantes se complementa mediante autoevaluaciones, coevaluaciones y heteroevaluaciones después de la actividad, dando validación a su definición pedagógica (Álvarez, M. C., 2015).

Análisis de resultados

Los resultados se muestran a través de los diferentes procesos planeados: una encuesta de predicción y la práctica desarrollada para la construcción del número π . Posteriormente se analizan los resultados con respecto a una prueba interna escrita (encuesta de evaluación del aprendizaje sobre el número π), y finalmente se muestran los comentarios y sugerencias formuladas por los estudiantes.

Análisis encuesta de predicción

Se aplicó una encuesta, la cual constó de 10 preguntas, con distintos contenidos temáticos en el área de matemáticas de acuerdo con las competencias requeridas para evaluar los conceptos previos necesarios en las prácticas. Teniendo en cuenta los resultados se apoya al estudiante con un taller de refuerzo básico sobre el tema en el que mostró deficiencias, con esto se logró una mayor fluidez en la ejecución de cada práctica. De esta encuesta se destacan cuatro preguntas relacionadas con la temática del número π : la pendiente de una recta, conjuntos numéricos, orden de los números reales y la media aritmética.

De acuerdo con los resultados de la encuesta podemos observar en la figura 1 que, las preguntas con mayor porcentaje de aciertos son las relacionadas con la pendiente de una recta y media aritmética. El tema donde hubo menos aciertos es el que evaluaba el orden de los números reales, pues mostraron dificultades cuando se les solicitaba ordenar números decimales:

Una de las siguientes afirmaciones es verdadera:

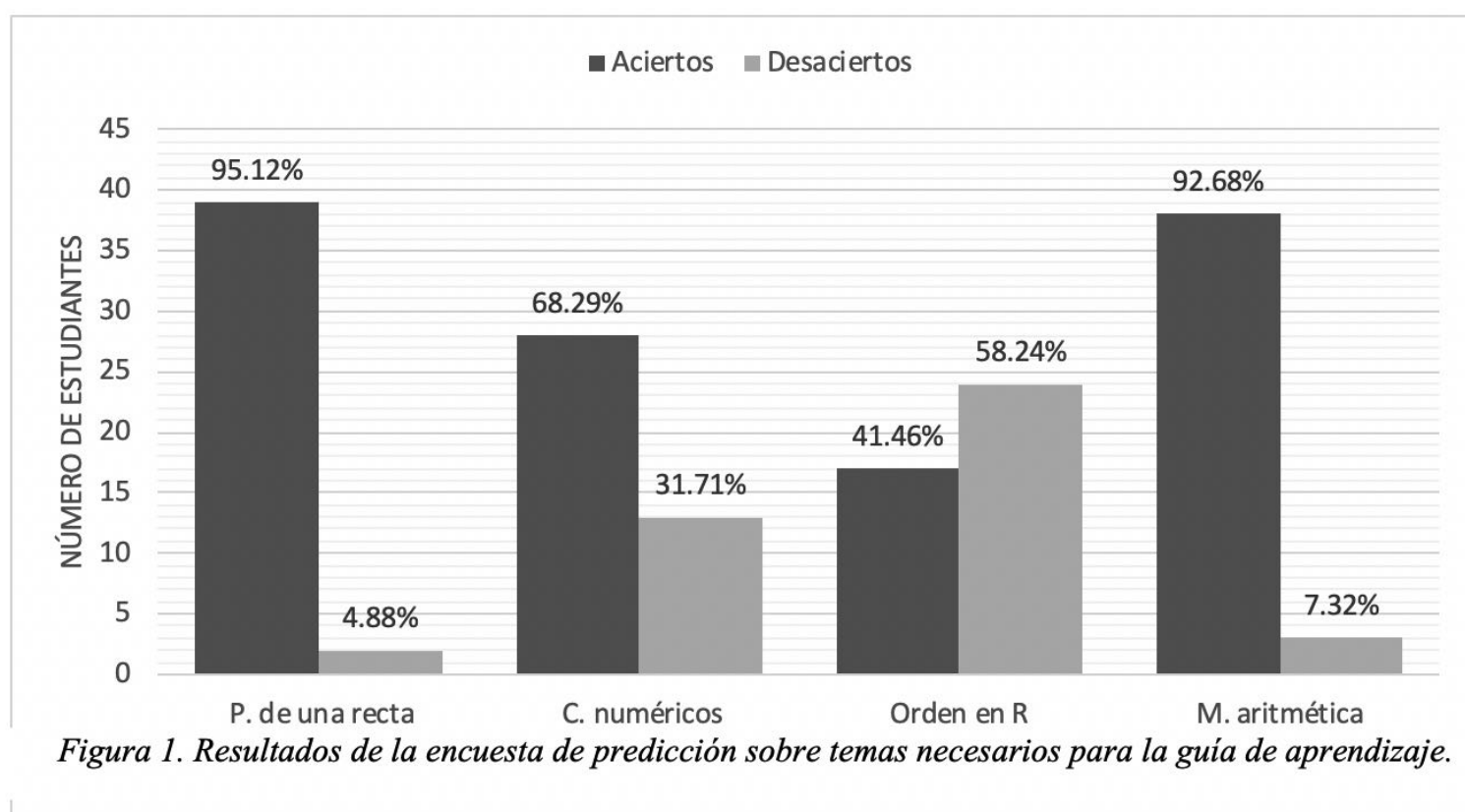
A. $3,2 < 3,1999$

B. Un número que está entre 0,2 y 0,32 es 0,16

C. $7,899999 > 7,9$

D. Un número que está entre 0,272 y 0,27 es 0,2699999

Debido a que el porcentaje de desaciertos en esta pregunta fue alto (58.24%), en la clase anterior a la actividad programada se realizó una retroalimentación y profundización acerca del tema, se dejaron planes de refuerzo y mejoramiento a los estudiantes que lo requerían. Esto para llegar a la ejecución de la guía de aprendizaje sin dificultades y que el desarrollo de esta fuese fluido.



Análisis de resultados de la práctica sobre la construcción de π

Para el desarrollo de esta guía práctica, los estudiantes construyeron previamente un objeto físico: una forcípula de madera para dar estabilidad en la manipulación, con escala de medida hasta milímetros, necesaria para la medición del diámetro del tronco de una planta o árbol. Con este compromiso se pretendió alcanzar objetivos como estimular el trabajo en equipo en el contexto y propiciar la creatividad, determinando una modificación sustancial entre las actitudes negativas iniciales y las actitudes positivas finales, en concordancia con los resultados esperados (Flores Fuentes & Juárez Ruiz, 2017).

Luego de conformar los equipos, cada equipo seleccionó siete plantas y/o árboles de la institución y escribieron sus respectivos nombres en la guía. Para esta parte de la actividad se contó con un docente especializado en el área de la silvicultura, quien complementó dando a los estudiantes información sobre las propiedades de cada árbol, su nombre

científico y la importancia del cuidado que se debe tener (Llano Arana, L., Gutiérrez Escobar, M., Stable Rodríguez, A., Núñez Martínez, M., Masó Rivero, R., & Rojas Rivero, B., 2016).

Terminada esta sesión se continuó con el siguiente procedimiento establecido en la guía:

Cada integrante del equipo mide en centímetros con la cinta métrica, el perímetro(P) o longitud de la circunferencia del tallo o tronco de la primera planta. Cada estudiante mide en centímetros el diámetro de la circunferencia del tallo de la misma planta(D) con el objeto físico o forcípula. (En la figura 2 se muestran los pasos seguidos por los equipos de trabajo).



Figura 2. Estudiantes realizando el procedimiento práctico.

Luego de que todos los integrantes hayan tomado las medidas de la primera planta, hallan el promedio del diámetro(\bar{D}) y el perímetro (\bar{P}) con hasta dos decimales de aproximación. Realizan el mismo procedimiento con cada una de las seis plantas restantes, obteniendo

así siete promedios de diámetros y siete promedios de perímetros de las plantas. En la figura 3 se muestra el procedimiento efectuado por uno de los equipos de trabajo

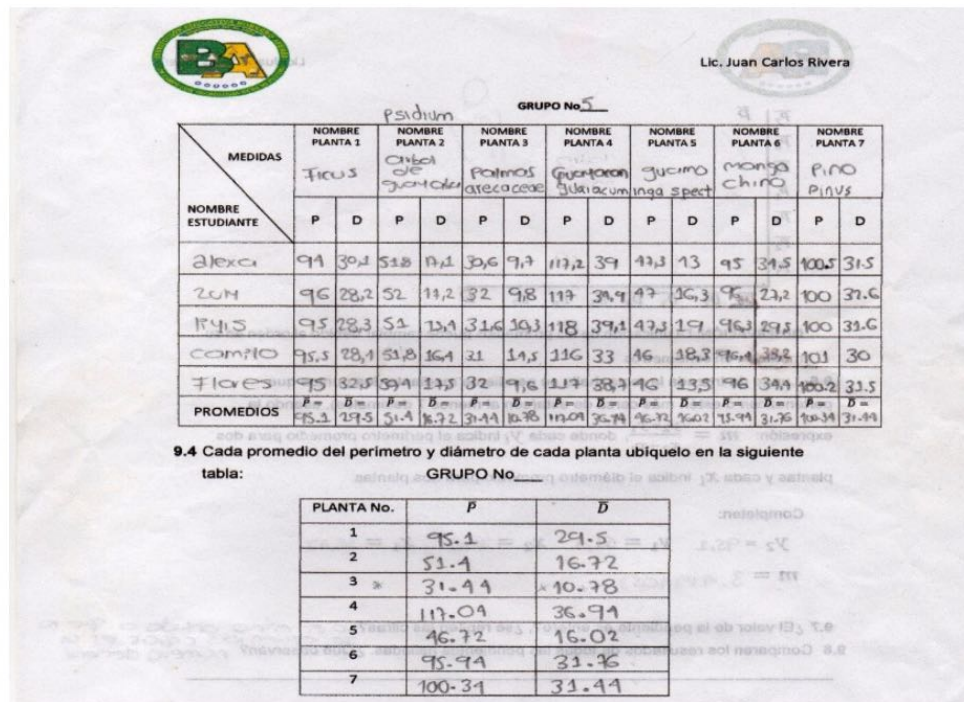


Figura 3. Procedimiento analítico de la guía de aprendizaje.

En la hoja de papel milimetrado realizan un gráfico en el plano cartesiano de P vs D y ubican los datos. Trazan la recta que mejor se acerque a todos los siete puntos y calculan su pendiente tomando dos puntos más próximos a esta. Ver figura 4.

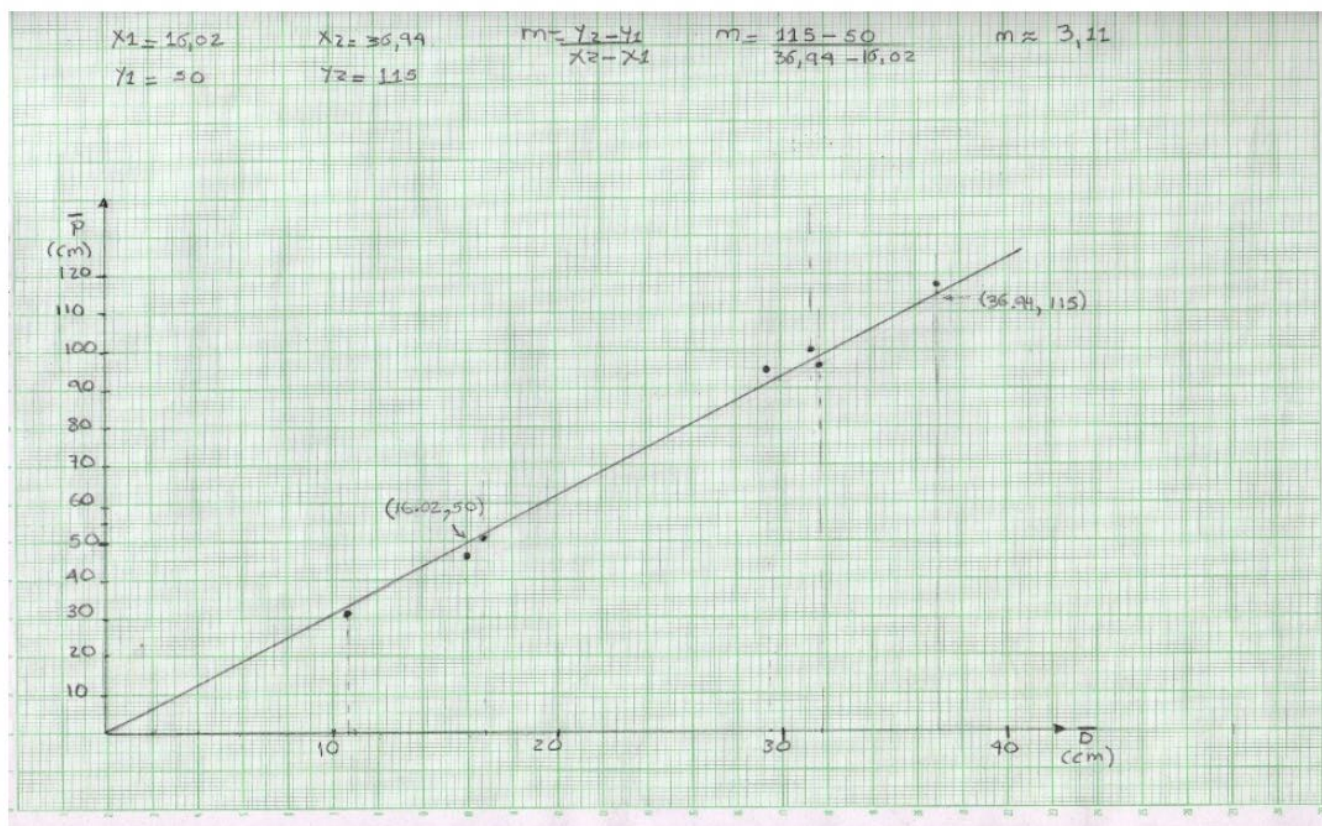


Figura 4. Procedimiento para hallar la pendiente de la recta.

Después de hallar la pendiente de la recta, donde mostraron que su valor es muy cercano a 3.1 (ver figura 4), en la guía se preguntó: ¿El valor de la pendiente es entero?, ¿se repiten las cifras? En las respuestas consignadas se puede constatar la comprensión que lograron al interpretar la pendiente como un número que no es entero, cuya expresión decimal no es periódica y además extensa, es decir, una noción muy cercana al de un número irracional, ver figura 5.

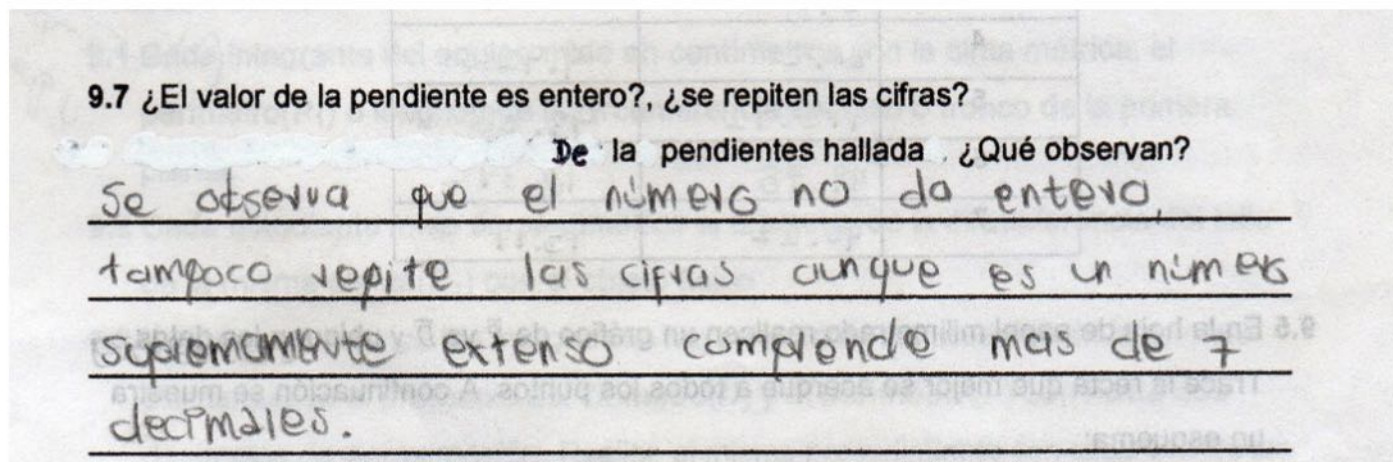


Figura 5. Respuestas a cerca de interrogantes sobre la pendiente

En la siguiente clase se hizo la retroalimentación de la práctica, se logró establecer con los aportes de los alumnos la pendiente como la razón que existe entre la longitud de una circunferencia (perímetro) y su diámetro, en este caso, del tronco de un árbol o de una planta, y cuyo valor arroja un número decimal no periódico, es decir, un número irracional (Ramón, 2017). Los estudiantes concluyeron el tipo de número que habían construido y como complemento se expuso por parte de algunos de ellos las características principales del número π .

Es importante aclarar que debido a que algunos troncos de árboles y plantas no poseían un contorno perfectamente circular, los instrumentos de medición no eran exactos y no escapan al error humano, el valor que se obtuvo de la pendiente es algo cercano al número π , pero es claro que no exacto. Lo que se pretendía es que a través de una práctica en la que cada estudiante participa e interactúa con objetos físicos como apoyo, se logre un aprendizaje significativo del número π (Castillo Beltrán, P. A., 2011).

Análisis de la encuesta de evaluación del aprendizaje

La encuesta se llevó a cabo después de terminadas las prácticas y luego de realizadas las retroalimentaciones de cada una de estas. El propósito era complementar el proceso de evaluación y verificar el aprendizaje obtenido a través de las prácticas sobre los números irracionales.

Se realizaron ocho 8 preguntas referidas a la temática con números irracionales, con opción múltiple y única respuesta, para resolverlas en un tiempo máximo de 45 minutos, algunas se extrajeron de cuestionarios de las Pruebas Saber Grado once de años anteriores, cuya exigencia analítica es de alto nivel. De las 8 preguntas, se puede establecer que cuatro estuvieron relacionadas con el número π , aunque con las preguntas del cuestionario no se buscaba inducir las respuestas según la temática de las actividades. A continuación, se presentan cada una de las cuatro preguntas patentadas:

La pregunta número No.2 se formuló así:

¿Cómo se clasifica un número si tiene infinitos decimales que no sean periódicos?

A. Es entero B. Es natural C. Es racional D. Es irracional

Este fue uno de los conceptos al que llegaron mediante la actividad. Los resultados arrojaron un 92.7% de aciertos

La pregunta No.4 estableció:

Considerando que se realicen mediciones exactas, las siguientes proporciones NO arrojan un número irracional:

A. La relación entre la altura de un triángulo equilátero y su diagonal

B. La relación entre el perímetro de una circunferencia y su diámetro

C. La relación entre la estatura de una persona y la medida desde el ombligo hasta la planta de los pies

D. La estatura de una persona consignada en la cédula de ciudadanía

Este interrogante evaluaba formas de construir algunos números irracionales, donde una de ellas fue la práctica realizada. Arrojó un 75.6% de aciertos.

La pregunta No.6 planteó lo siguiente:

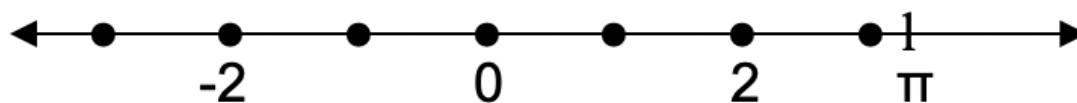
Una de las siguientes afirmaciones es verdadera

- A. Al extraer las raíces cuadradas a todos números enteros, siempre arrojan un número irracional**
- B. La raíz cúbica de cualquier número entero es siempre un número irracional**
- C. $\pi = 3.141592654$**
- D. $\sqrt{7} > 2.64575$**

Sin haber tenido la posibilidad de haber construido mediante la actividad el concepto sobre la expresión decimal del número π , se podría haber cometido fácilmente el error de señalar la opción C, puesto que, si se analiza detenidamente, esta aseveración es falsa. Los resultados arrojaron un 82.9% de aciertos, lo que muestra una buena comprensión a cerca de la representación del número π .

La pregunta No. 8 se formuló así:

8. En la recta numérica que se muestra, se han ubicado algunos números reales



El número real $\frac{2-\pi}{2}$ está en el intervalo

- A. (-1,0) y es un número irracional**
- B. (-1,0) y es un número racional**
- C. (-4,-3) y es un número irracional**
- D. (-4,-3) y es un número racional**

En esta pregunta se evaluó las operaciones entre enteros, racionales e irracionales. Los aciertos en esta pregunta fueron del 80.5%.

La figura 6 representa estos resultados:

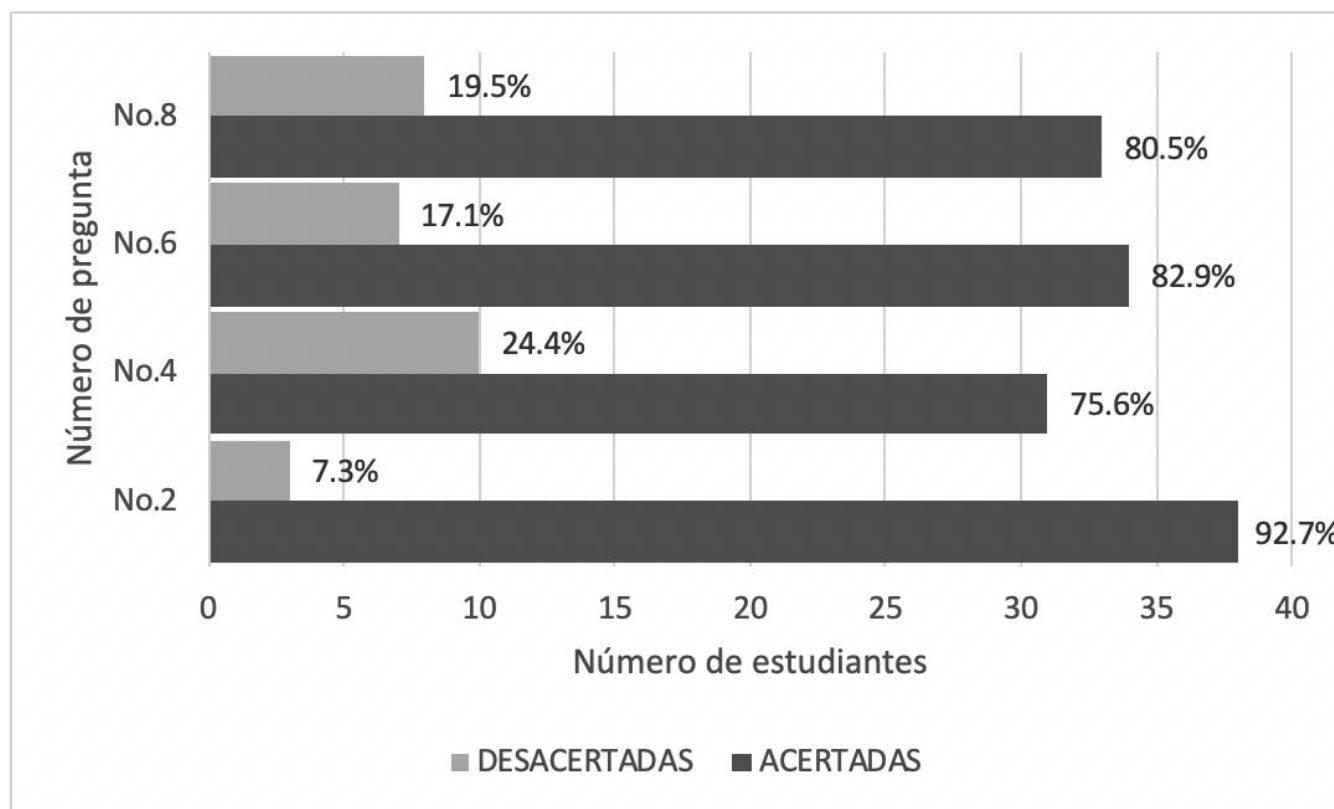


Figura 6. Resultados de la encuesta de evaluación del aprendizaje sobre la construcción de $\pi(\pi)$.

Cada pregunta fue contestada acertadamente por más del 75% de los estudiantes. Las respuestas obtuvieron un coeficiente de variación de 7.5% lo que muestra, según la teoría estadística, que los datos son homogéneos respecto a la media, cuyo valor fue del 82.9%.

Sugerencias y recomendaciones por los estudiantes

Al terminar la práctica, cada estudiante individualmente entregó sugerencias de la actividad y recomendaciones. Esto fue de vital importancia en la continua mejora de la estrategia metodológica, pues es de entender que para lograr un aprendizaje significativo se debe dar la importancia que requiere a la participación del estudiante en el proceso enseñanza-aprendizaje (Ausubel, 1983; Camarena, P. G., 2017). En esta práctica resaltan el conocimiento de los nombres científicos de los árboles y sus características, la construcción y

uso de la forcípula en las medidas de los troncos de los árboles, el trabajo colaborativo para poder comprender y aplicar temas como la pendiente de la recta. Las sugerencias manifestadas fueron referentes a la continuidad de las prácticas con los grados venideros.

Al estudiante mostrar una actitud positiva frente a la clase de matemáticas, en la temática concerniente a los números irracionales, a través de la construcción del número π , se logra percibir el agrado por cambio de una metodología tradicional a una donde existe: participación del estudiante, trabajo colaborativo, interacción con el docente, el aprovechamiento del contexto rural y la importancia de haber implementado objetos físicos en el desarrollo de las prácticas (Parra, S., 2013; Estrada, J. M., & Sánchez, J. R. B., 2017). En general, las apreciaciones de los estudiantes hacia la clase práctica fueron positivas, lo que permite fortalecer la decisión de seguir implementándola en pro de un aprendizaje significativo.

Discusión de resultados

En cuanto a la construcción del número π , es conveniente enfatizar que el objetivo no era la construcción experimental de este número irracional, pues como se sabe, pasaron muchos años en la historia para que expertos en la materia pudiesen llegar a una aproximación cercana a la que conocemos hoy (Cepeda Mogollón, J., Sánchez, G., & Ferney, R., 2016). Además, los materiales de medición no son lo suficientemente precisos, el error humano afecta y el contorno de muchos de los árboles es irregular. Lo que se busca es que, a través de una práctica contextualizada en el entorno rural, los estudiantes construyan el nuevo conocimiento apoyándose en el previo (aprendizaje significativo), y esto se logró ya que reconocen en los resultados de la práctica una expresión decimal que no se repite y aproximada a un decimal (3.1), valor aceptable dadas las limitantes condiciones en la experimentación.

Esta implementación de OFA facilita en el estudiante la manera de aprender por medio de la experimentación e incentiva la participación activa en equipo, tal y como lo manifiestan en sus trabajos Masso Sanjuán (2013) y Castillo Angulo (2014). A diferencia de los OFA aplicados por estos autores, el OFA aplicado en la construcción de π , cambia el ambiente de aprendizaje del interior del aula, al aprovechamiento del entorno rural, aunque es de reconocerlo, de manera menos lúdica. La elaboración de algunos de los OFA implementa-

dos en estos trabajos es compleja y de alto costo, algo que no ocurre con la construcción de la forcípula en madera, además de ser elaborada por los estudiantes.

La tesis doctoral elaborada por Martínez Villarraga (2014), “Propuesta didáctica para abordar el concepto de número real con estudiantes de undécimo grado”, presenta una unidad didáctica para estudiantes de grado undécimo. Este trabajo sirve de referencia para tener en cuenta secuencias de aprendizaje aplicadas en el aula y aplicaciones de software matemáticos como Geogebra, para el caso de construcciones geométricas de algunos números irracionales. La Institución Educativa Borrero Ayerbe, institución rural catalogada por la Secretaría de Educación del Departamento del Valle del Cauca como de difícil acceso, no tiene conectividad a Internet ni computadores o tabletas para cada estudiante, algo que motivó a buscar una estrategia de enseñanza que no dependiera del uso de las TIC en el aula. No obstante, trabajos como el de Martínez ayudan a aportar ideas valiosas para plasmarlas luego al contexto.

Para la construcción del número π , no es la primera vez que se emplean objetos físicos para construirlo, pero construir y emplear un OFA aprovechando elementos del entorno rural como árboles o plantas, es algo novedoso, más aún, a través de la interpretación de la pendiente de una recta. Estas ideas surgen cuando el docente comprende la necesidad de la capacitación continua para innovar en la enseñanza, y trabaja con métodos que involucran al estudiante como un actor principal de la investigación (IAP). En futuras aplicaciones de esta estrategia es recomendable orientar al estudiantado sobre la temática referida a la Teoría de errores en la medición para dar una explicación de la inexactitud del valor encontrado de π de manera experimental. Se sugiere también orientarlos sobre el tema de regresión lineal para lograr un mejor ajuste de la recta y, por ende, que la pendiente hallada represente mejor la razón entre el diámetro promedio y el perímetro promedio de las plantas: aproximación de π .

En clases de retroalimentación de conceptos, luego de la práctica, en grado once conviene repasar o explicar la fracción generatriz de una expresión decimal racional, como complemento a la definición de un número irracional, para evitar que se quiera identificar un número irracional a partir de cierto número de cifras no periódicas. Se debe también pro-

fundizar en la enseñanza de las operaciones entre los conjuntos numéricos haciendo énfasis en las propiedades de campo de los reales.

Conclusiones

El entorno rural de la Institución ofrece facilidad para la consecución de los materiales solicitados en las guías de aprendizaje y brinda el espacio requerido para el buen desarrollo de las prácticas realizadas. Además, propicia el cambio de ambiente de aprendizaje al realizar actividades fuera del aula de clases, lo que motiva al estudiante a participar activamente en el proceso. Los objetos físicos de aprendizaje elaborados a partir del contexto del estudiante sirvieron como medio de apoyo en la construcción de números irracionales famosos, en este caso particular, del número π . La manipulación de los objetos en las prácticas contribuye a que el aprendizaje de los conceptos matemáticos sea activo, que el estudiante asocie los conocimientos previamente adquiridos con los nuevos, para crear un aprendizaje significativo de su entorno.

Las prácticas a través de objetos físicos previamente contruidos como compromiso escolar, para la enseñanza de los números irracionales, contribuyó al buen desempeño en pruebas internas con un 82.9% de aciertos en las respuestas escritas relacionadas con la temática del número π . Las apreciaciones escritas de los estudiantes destacan el cambio de una clase tradicional y rutinaria a una clase práctica, de la posibilidad que se brinda de interactuar con el docente, de poder trabajar en equipo para facilitar el aprendizaje. Resaltan también el conocimiento interdisciplinar que adquieren a través de estas actividades en las cuales reconocen su contexto y de la oportunidad de profundizar en conceptos matemáticos.

Quienes estén interesados en implementar las cuatro prácticas para la construcción de otros números irracionales famosos pueden dirigirse al trabajo de grado, del que emanó este artículo, donde encontrarán las guías de aprendizaje y los objetos físicos utilizados para cada una.

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Nacional y su programa de becas para la capacitación docente, a la Dirección Nacional de Innovación Académica de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira y a la Institución Educativa Borrero Ayerbe del Municipio de Dagua, por su colaboración en este importante estudio.

Referencias

Álvarez, M. C. (2015). La evaluación, requisito necesario para el logro del aprendizaje. *Margen: revista de trabajo social y ciencias sociales*, (77), 7.

Ausubel, D. P., Novak, J. Y. H. H., & Hanesian, H. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 53-106.

Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1, 1-10.

Barba-Martín, R. A., Barba, J. J., & Scott, S. M. (2015). La formación continua colaborativa a través de la investigación-acción. Una forma de cambiar las prácticas de aula. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, (19), 161-175.

Borda, O. F. (1999). Investigación-acción participativa. In *Modelos de investigación cualitativa en educación social y animación sociocultural: aplicaciones prácticas* (pp. 57-84). Narcea.

Caicedo Vallejos, E. E., & Madrigal Arboleda, G. A. (2018). La historia de la matemática como recurso didáctico y alternativa de aprendizaje de los números irracionales.

Camarena, P. G. (2017). Didáctica de la matemática en contexto-Didactics of mathematics in context. *Educação Matemática Pesquisa*, 19(2).

Cappellucci, E., & Carballido, A. (2017). ESTUDIO DEL NÚMERO IRRACIONAL EN LOS LIBROS DE TEXTOS ESCOLARES. *Revista Premisa*, 19(74).

Castillo Angulo, C. (2014). Aprendizaje de adición y sustracción de números enteros a través de objetos físicos. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.

Castillo Beltrán, P. A. (2011). Criterios transdisciplinarios para el diseño de objetos lúdico-didácticos. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, (38), 83-164.

Cepeda Mogollón, J., Sánchez, G., & Ferney, R. (2016). Algunas representaciones de PI a través de la historia.

Collazos, C., Guerrero, L., & Vergara, A. (2001). Aprendizaje Colaborativo: un cambio en el rol del profesor. In Proceedings of the 3rd Workshop on Education on Computing, Punta Arenas, Chile.

Crespo Crespo, C. (2009). Acerca de la comprensión y significado de los números irracionales en el aula de matemática. Premisa, 21-30.

de León Urbina, M. (2015). Algunas reflexiones en torno a los números irracionales. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 15(2).

Díaz Sandoval, L. A. (2018). Planificación curricular contextualizada. Mórrope: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Estrada, J. M., & Sánchez, J. R. B. (2017). Actitud hacia la matemática, un instrumento pedagógico e investigativo. Encuentros Nacionales e Internacionales del Departamento de Ciencias Básicas e Ingeniería, (2), 152-162.

Fernández, C., Molina, M., & Planas, N. (2015). Contextualizando la investigación en pensamiento numérico en España. Investigación en Educación Matemática XIX. Alicante: SEIEM.

Flores-Fuentes, G., & Juárez-Ruiz, E. D. L. (2017). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias matemáticas en Bachillerato. Revista electrónica de investigación educativa, 19(3), 71-91.

Fuentes, Y. Y., González, A. C., Graus, M. E. G., & Rodríguez, G. O. (2016). Alternativa didáctica para contribuir al perfeccionamiento de la planificación del proceso de enseñanza-

aprendizaje de la Matemática en la carrera Licenciatura en Educación Matemática-Física. *Revista Boletín Redipe*, 5(5), 147-164.

Fuentes , E., & Saiz Sáenz, M. L. (2016). Investigación en el aula: el aprendizaje de los números irracionales. 46-63.

Jiménez, D. A. (2017). Estructura, coherencia, rigurosidad, análisis y escritura de propuesta didáctica.

León, M. (2015). Algunas reflexiones en torno a los números irracionales. *Revista Digital Matemática*, 15(2), 1-13.

Llano Arana, L., Gutiérrez Escobar, M., Stable Rodríguez, A., Núñez Martínez, M., Masó Rivero, R., & Rojas Rivero, B. (2016). La interdisciplinariedad: una necesidad contemporánea para favorecer el proceso de enseñanza aprendizaje. *Medisur*, 14(3), 320-327.

Martínez Villarraga, E. (2014). Propuesta didáctica para abordar el concepto de número real con estudiantes de undécimo grado. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Masso Sanjuán, O. L. (2013). Elaboración de objetos físicos como alternativa didáctica para la enseñanza del álgebra en grado 8°. Palmira.

Medina, M. B. E. (2015). Influencia de la interacción alumno-docente en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, (8).

Medrano, C. G. M., & Gangotena, M. W. T. (2018). EL MODELO CONSTRUCTIVISTA Y LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL ESTUDIO DE LAS PROBABILIDADES EN EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA SUPERIOR. *Revista Experiencias*, 1(1).

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (1998). Lineamientos curriculares de matemáticas. Bogotá.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2006). Estándares básicos de competencias en matemáticas. Bogotá.

Novak, J. D. (1988). Teoría y práctica de la educación. Madrid: Alianza Editorial.

Ochoa Grande, L. (2016). Aprendizaje basado en la resolución de problemas contextualizados para la motivación de los alumnos en 1º de Educación Secundaria Obligatoria. Logroño: Universidad Internacional de la Rioja

Palop, E. E. (2015). Reflexiones sobre la implementación de una secuencia didáctica. Normas, 2(1), 63-75.

Parra, S. (2013). Claves para la contextualización de la matemática en la acción docente. Omnia, 19(3).

Ramón, J. R. (2017). La enseñanza de las matemáticas en secundaria en otros países en la actualidad. Valladolid.

Sanmartí, N., & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice: revista de educación científica*, 1(1), 3-16.

Silberman, M. (2005). Aprendizaje activo: 101 estrategias para enseñar cualquier tema. Editorial Pax México.

Vargas Hernández, J. (2017). La construcción de los irracionales de Dedekind como instrumento en un análisis de textos de octavo grado. TED: Tecné, Epísteme y Didaxis.

23

Las representaciones semióticas para la comprensión y apropiación del lenguaje algebraico.

Yenni Patricia Balvin G., Laura Viviana Esquivel E., Oscar Yovany Checa C.

Grupo de Investigación CE-LAB

Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira

Colombia

Sobre los autores

Yenni Patricia Balvin Gutiérrez: Licenciada en Matemáticas de la Universidad Francisco de Paula Santander (Cúcuta-Colombia), Docente de Matemáticas en la Institución Educativa Técnico Industrial Donald Rodrigo Tafur. Con más de 25 años de experiencia en la docencia. Actualmente estudiante de último semestre de Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Miembro activo del Grupo de Investigación CE-LAB: Ciencia, Educación e Innovación, aportando desde lo pedagógico en el desarrollo de Recursos Educativos Digitales para la enseñanza.

Correspondencia: ypbalving@unal.edu.co

Laura Viviana Esquivel Erazo: Técnico profesional en Diseño gráfico con diplomado en diseño y creación de páginas web, cursado en la Fundación Academia de Dibujo Profesional. Estudiante de noveno semestre de Diseño Industrial en la Universidad Nacional de Colombia. Diseñadora del grupo de investigación CE-LAB apoyo en el desarrollo y creación de herramientas de soporte para la enseñanza, diseño de objetos físicos y gráficos.

Correspondencia: lvesquivele@unal.edu.co

Oscar Yovany Checa Cerón: Físico, Magister en Ciencias Físicas y Doctor en Ciencias-Física de la Universidad del Valle (Cali-Colombia), Profesor Asociado de la Universidad Nacional de Colombia, Con 15 años de experiencia en educación e investigación. Actualmente Coordinador de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Director del Grupo de Investigación CE-LAB: Ciencia, Educación e Innovación. Director de tesis a nivel de Pregrado y Maestría. Áreas de Interés: Educación matemática, Enseñanza de las Ciencias Naturales, Recursos Educativos Digitales, Medio Ambiente.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

Este trabajo de investigación busca favorecer la comprensión y apropiación del lenguaje algebraico mediante una estrategia didáctica basada en los Algeblocks en estudiantes del grado octavo de la Institución Educativa Técnico Industrial Donald Rodrigo Tafur de la ciudad de Cali. Teniendo en cuenta los documentos base para el área de Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional, se diseña e implementa una secuencia didáctica (SD) conformada por cuatro fichas de trabajo orientadas en dos vías de representación semiótica: de lo simbólico a lo gráfico y de lo gráfico a lo simbólico; dichas fichas apuntaron a la renovación curricular y a la dinamización de la clase, facilitando en los estudiantes el acercamiento a los temas abstractos del álgebra, mediante el uso de las representaciones geométricas. La secuencia didáctica fue una herramienta fundamental para la transformación del ambiente pedagógico de la clase de matemáticas, donde el estudiante pasó a desempeñar el rol principal del acto educativo, como eje central del Aprendizaje Activo. Asimismo, alcanzó mejores niveles de desempeño en el área y se disminuyó el porcentaje de reprobación del grado en comparación

con el año anterior, evidenciando un aprendizaje significativo a través del uso de manipulativos como estrategia para la iniciación al álgebra.

Palabras Claves: Lenguaje algebraico, Representaciones Semióticas, Secuencia didáctica, Aprendizaje activo.

Semiotic representations for understanding and appropriation of the algebraic language

Abstract

This research work seeks to favor the understanding and appropriation of the algebraic language through a didactic strategy based on Algeblocks in students of eighth grade from Donald Rodrigo Tafur Industrial Technical Educational Institution from Cali (Valle del Cauca-Colombia). Taking into account the basic documents for Mathematics area of the Ministry of National Education, a didactic sequence (SD) is designed and implemented consisting of four worksheets oriented in two ways of semiotic representation: from the symbolic to the graphic and from the graphic to the symbolic; these sheets pointed to the curricular renovation and the dynamization of the class, facilitating in

the students the approach to the abstract subjects of the algebra, by means of the use of the geometric representations. The didactic sequence was a fundamental tool for the transformation of the pedagogical environment of the mathematics class, where the student began to play the main role of the educational act, as the central axis of Active Learning. Likewise, it achieved better levels of performance in the area and the degree of failure of the grade was reduced in comparison with the previous year, evidencing a significant learning through the use of manipulatives as a strategy for the initiation to algebra.

Key Words: Algebraic Language, Semiotic Representations, Didactic Sequence, Active Learning.

Introducción

La comprensión del lenguaje está dada según Vygotsky (2006) por la construcción de procesos mentales donde se involucran aspectos cognitivos, racionales, afectivos y emocionales, en el afán de construir significados o ideas acerca de lo que se observa. A partir de esta necesidad, es que el hombre empieza a crear códigos para comunicarse con otros: primero con señas, luego con imágenes o dibujos, para luego llegar a construir los símbolos que constituyen lo que hoy se conoce como lenguaje. Asimismo, y a través de la historia, cada ciencia o saber del conocimiento ha consolidado su lenguaje ante el mundo para que este, haga su respectiva lectura, interpretación y comprensión. Las matemáticas entonces se organizaron de tal manera para que su código sea universal y su interpretación o lectura sea igual en cualquier punto geográfico del planeta; dicho código son los números, sus representaciones, operaciones, relaciones y propiedades que no son otra cosa más que la representación del mundo mismo.

Investigaciones como “Una propuesta para la enseñanza de la ecuación cuadrática en la escuela a través de la integración del material manipulativo” de Gustin y Avirama (2014), la “Transición del pensamiento numérico al pensamiento algebraico a través de la estrategia didáctica –Algeblocks” de Tangarife (2013) y “Desarrollando el pensamiento algebraico en alumnos de octavo grado del CIIE a través de la resolución de problemas” de Cardona (2007), dan razón de la importancia que tiene el uso de objetos manipulativos en la enseñanza de las matemáticas, debido al lenguaje abstracto con que ellas se presentan al mundo. Algunos de esos manipulativos empleados desde los primeros años de escolaridad (grado 0° o Transición), son los bloques lógicos o los bloques de Dienes (Carvajal, 2013) creados por el matemático húngaro, Zoltan Paul Dienes (1969), los cuales han revolucionado el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas a tal punto que han sido motivo de investigación dando origen a otras formas de expresar o representar conceptos matemáticos. Tal es el caso de los Algeblocks, ideados por Henri Picciotto y Anita Wah (1990) quienes, a después de varios años de investigación, han diseñado diversos recursos didácticos para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En los estudios realizados por Duval (2004) con relación a la semiótica y las representaciones semióticas en matemáticas, se resalta la importancia que estas tienen para la comprensión del lenguaje matemático y su acercamiento a las mismas, dado que, en la mayoría de los casos, lo que el docente trata de mostrar de manera verbal o escrita no es tan claro (Gamboa, et al. 2012) y lo que el estudiante “comprende” por lo general, es otra cosa o idea. Es por lo anterior que surge el problema de esta investigación para potencializar el lenguaje algebraico (García, et al. 2015; Hernández, 2002) en los estudiantes de grado octavo mediante la elaboración e implementación de la estrategia didáctica basada en los Algeblocks (Picciotto, et al. 1993). En este momento, es que el docente se convierte en investigador en el aula (Sampieri, et al. 1996) cuando pasa de la reflexión a la acción como pilares de la IAP (Ortiz, et al. 2008; Martí, 2000), involucrando a sus estudiantes en ese proceso de mejoramiento y construcción del conocimiento, contribuyendo con su desarrollo personal y el de la comunidad que lo emerge (Borda, 1999). Según el enfoque del Aprendizaje activo Revans (2011), plantea la necesidad de conformar comunidades de aprendizaje en las que se propicie la búsqueda de posibles soluciones frente a una determinada situación, pues en el intercambio de ideas y desde la propia experiencia que se construye el conocimiento del mundo.

Desde esta reflexión es que el maestro pasa a un segundo plano en el acto educativo y toma acción en el diseño de una SD que contribuya a la comprensión y apropiación del lenguaje algebraico, sus representaciones y transformaciones (Gómez, 2013; Socas, et al. 1996), mediante el uso de material manipulativo; y así, el estudiante se convierte en el artífice de su proceso educativo, elaborando el material didáctico a través del cual se deja de lado el modelo tradicional para el aprendizaje del álgebra. La teoría del constructivismo y, en especial los elementos de la pedagogía activa son la pauta para generar un impacto en los estudiantes de grado octavo que se enfrentan al cambio del lenguaje numérico o aritmético al lenguaje algebraico, proceso para el cual se requiere de la utilización de diferentes registros de representación simbólica (verbales, icónicos, gráficos y algebraicos) hasta dominar tanto el lenguaje natural como el lenguaje matemático. Y lo más complejo es que en la mayoría de los casos los estudiantes no están preparados para tal cambio en los procesos matemáticos y tienen que enfrentarse abruptamente a ese nuevo lenguaje que obviamente genera traumatismos debido a la escasa comprensión de los conceptos relacionados con los objetos algebraicos (Sancho, 2008). Este tipo de metodología busca que el

estudiante se convierta en el “actor principal” de la clase y tome iniciativa para proponer alternativas de solución en lo que se plantea como objeto de aprendizaje (Silberman, 2005), y el maestro ya no dirige lo que va a enseñar, sino que su planteamiento al involucrar a los estudiantes se transforma en el interrogante: ¿qué vamos a aprender?

Según Duval (2006) el aprendizaje de las matemáticas implica el análisis de actividades como la conceptualización, el razonamiento, la resolución de problemas y la comprensión de textos, importantes para el alcance de la competencia matemática. Estas actividades de tipo cognitivo además del lenguaje cotidiano requieren de otras clases de representación o expresión como el lenguaje gráfico o el simbólico, las cuales se tornan en una variación del lenguaje o alternativas al lenguaje natural para expresar relaciones y operaciones, lo que constituye un pilar semiótico importante en el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas.

Como el estudio de las matemáticas presenta el análisis de objetos abstractos –no de conceptos– deben representarse a través de varios registros teniendo en cuenta que no son el objeto matemático en estudio sino un recurso para la comprensión del mismo. Un sistema semiótico puede ser un registro de representación, si permite tres actividades cognitivas relacionadas con la semiósis: La presencia de una representación identificable; el tratamiento de una representación que es la transformación de la representación dentro del mismo registro donde ha sido formulada; la conversión de una representación que es la transformación de la representación en otra representación de otro registro en la que se conserva la totalidad o parte del significado de la representación inicial. (Duval, 1998 como se citó en Oviedo, L. M., Kanashiro, A. M., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. 2011, p. 32).

Un ejemplo de estas representaciones semióticas y de registros semióticos aplicando la estrategia didáctica en mención, es:

Concepto: **Expresión algebraica (Trinomio de la forma $x^2 + bx + c$)**

Registro semiótico r1: **lenguaje algebraico**

Representación semiótica R¹: $\{x \in \mathbb{R} / y = f(x) = x^2 + 2x - 3\}$ (escritura conjuntista)

Representación semiótica R1₂: $y = f(x) = x^2 + 2x - 3$ (escritura funcional)

Registro semiótico r²: **lenguaje coloquial**

Representación semiótica R²₁: Parábola cóncava hacia arriba con vértice en (-1, -4)

Representación semiótica R²₁: Parábola cuyas raíces son $x = -3$ y $x = 1$

Registro semiótico r³: **esquema gráfico**

Representación semiótica R³₁: Gráfica de la función cuadrática

Representación semiótica R³₂: Algeblocks

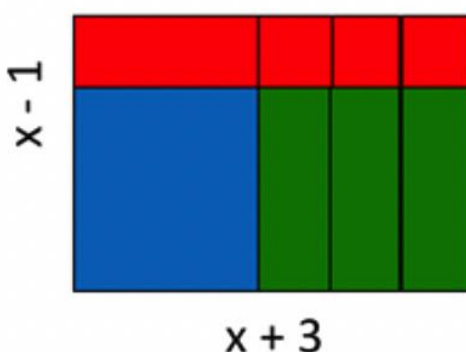


Figura 1. Representación Semiótica del Trinomio x^2+2x-3 con Algeblocks
Fuente: Elaboración propia

La figura 1 hace referencia a la representación semiótica a cerca del Registro semiótico esquema gráfico que corresponde a la competencia espacial o geométrica. En la representación semiótica R³₂: Algeblocks, es que se enfoca el trabajo de investigación aproximando al estudiante al objeto matemático llevándolo de lo concreto a lo abstracto. Con este tipo de material concreto, se puede también, realizar las operaciones básicas con expresiones algebraicas, esto es adición, sustracción, multiplicación y división, transformando los procesos o procedimientos de la aritmética al álgebra, pasando por las representaciones geométricas, para así comprender un objeto matemático en el sentido amplio de la palabra.

La manipulación de material concreto en la clase de álgebra permite, el acercamiento a determinado objeto matemático desde su comprensión que, por ser abstracto, es llevado a la práctica y a la vida en contexto con la implementación de uno o más recursos didácti-

cos. Es entonces cuando la didáctica entra a aportar y enriquecer el aprendizaje de un saber determinado, pues es el garante para que los procesos pedagógicos lleguen a buen término; se podría pensar que, sin la didáctica, no se logra el aprendizaje en términos significativos. Esto responde a que la didáctica es la disciplina pedagógica que tiene como fin último, la técnica de la enseñanza, es decir, la manera de orientar y acompañar correcta y coherentemente a los estudiantes en su aprendizaje teniendo en cuenta sus particularidades o necesidades de aprendizaje.

En Latinoamérica se está transitando del paradigma del trabajo por contenidos al paradigma del trabajo en el aula a través de la resolución de problemas propios del contexto en relación con el área disciplinar en la que se plantean; lo que conlleva a una metodología activa, entendiendo esta como el proceso en el que el estudiante deja de ser un receptor de la información que se le transmite, para convertirse en el protagonista de su propio aprendizaje y el maestro pasa a ser un facilitador del proceso, de modo que este se hace significativo y memorable. Este proceso requiere de la innovación en estrategias didácticas que garanticen la dinamización de las matemáticas (Vasco, 2003) y el aprendizaje significativo de los estudiantes.

Metodología

Este trabajo se enmarca en la Investigación – Acción – Participativa (IAP) con un enfoque metodológico mixto enfatizado en lo cualitativo puesto que busca recolectar datos que no requieren de una medición numérica sino de descripciones y observaciones para dar respuesta a la problemática de aula, cuyas alternativas de solución están relacionadas con la ejecución de acciones pertinentes para abordar la comprensión del lenguaje algebraico. Se parte de una idea donde el estudiante pueda generar su conocimiento a partir de la elaboración del material didáctico basado en los Algeblocks (Picciotto, et al. 1990), con el cual se pretende contribuir en la iniciación del autoaprendizaje del álgebra y al desarrollo de las competencias matemáticas.

Para lograr este desarrollo se consideraron tres fases metodológicas para la SD: diagnóstico, intervención y validación, a través de las cuales se demuestre el progreso obtenido por los estudiantes en cuanto a las competencias en mención.

Fase I: Diagnóstico

En la primera fase o de diagnóstico, se diseñaron dos instrumentos de recolección de información base para la elaboración de la SD. Dichos instrumentos fueron: una encuesta dirigida a los estudiantes, con el fin de determinar el nivel de participación o de compromiso en aspectos fundamentales para el logro del aprendizaje en el área, como son: el interés, la profundización en casa, el trabajo autónomo en clase y la comprensión de los conceptos trabajados en la misma. Asimismo, se realizó una prueba diagnóstica o pretest, con el objetivo de identificar las fortalezas y/o debilidades de los estudiantes en algunos de los presaberes que deben dominar de manera básica, para poder iniciar el aprendizaje del álgebra y en especial, a la comprensión y apropiación de las expresiones algebraicas. Dichos presaberes son: adición y sustracción de números enteros, regla de signos para multiplicar o dividir números enteros, múltiplos y divisores de un número, máximo común divisor, números primos y números compuestos, propiedad distributiva de la multiplicación, propiedad producto de potencias de igual base, perímetro de una figura geométrica plana y área de una figura geométrica plana compuesta.

Fase II: Intervención

En la segunda fase o de intervención, y a partir de los resultados de la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes, se dio inicio a la fundamentación y diseño de las diversas actividades a desarrollar con su respectivo objetivo (Palop, 2015). Se inició con la elaboración del material por parte de los estudiantes teniendo en cuenta las indicaciones de la docente con respecto a las dimensiones y especificaciones que comprenden cada una de las piezas de Algeblocks como se muestra en la Tabla 1. Para agilizar en dicho proceso, se sugirió elaborar las fichas de Algeblocks en foami, por ser un material colorido, económico y maleable.




DESCRIPCIÓN	FIGURA
EL CUADRADO DE ÁREA 1 CON DIMENSIONES $1 \cdot 1$, DENOMINADO UNIDAD O TÉRMINO INDEPENDIENTE EN COLOR AMARILLO.	
EL RECTÁNGULO DE ÁREA X CON DIMENSIONES $1 \cdot X$, DENOMINADO VARIABLE EN GRADO 1 EN COLOR VERDE.	
EL CUADRADO DE ÁREA X^2 CON DIMENSIONES $X \cdot X$, DENOMINADO VARIABLE EN GRADO 2 EN COLOR AZUL.	

Tabla 1. Características de las piezas de Algeblocks
Fuente: Elaboración propia

Se diseñó la SD con la colaboración de Laura Viviana Esquivel, Diseñadora gráfica del Grupo CE-LAB: Ciencia, Educación e Innovación, quien aportó en lo concerniente a lo estético de la secuencia dirigida a los docentes y las fichas para los estudiantes. Cada una de las fichas que componen SD, incluye la correspondiente conceptualización de los temas a tratar y una serie de actividades dirigidas desde las expresiones algebraicas para ser representadas con las piezas del material didáctico basado en los Algeblocks y apuntando al desarrollo de las competencias matemáticas, así como a los Estándares Básicos de Competencias propuestos por el MEN para grado octavo; cada ficha se evaluó al finalizar las actividades propuestas por la docente.

Fase III: Validación

Como su nombre lo indica, en esta fase se validaron las actividades de la SD mediante la aplicación de instrumentos de medición como: la post-prueba o prueba final y una encuesta de satisfacción a los 120 estudiantes atendidos en grado octavo con los cuales se implementó la estrategia; se consideró pertinente analizar los niveles de desempeño obtenidos por los estudiantes durante el periodo académico en que se desarrolló la secuencia didáctica y compararlos con los obtenidos en el año anterior con metodología convencional.

Análisis de resultados o Desarrollo

Los resultados se muestran de una forma analítica partiendo de los instrumentos de medición diseñados durante el trabajo, los cuales evidencian la apropiación de los conocimientos tanto previos como posteriores a la aplicación de la SD.

En la primera parte se realizó el análisis de la encuesta y de la prueba diagnóstica, donde los datos obtenidos indicaron que los estudiantes, en su gran mayoría, evidenciaban cierta apatía por la clase de matemáticas y en cuanto a los presaberes, no tenían lo suficientemente bien construidos los conceptos de perímetro y área de figuras geométricas planas, tema fundamental para la iniciación en el álgebra con las piezas de Algeblocks. En la segunda parte se hizo el análisis de todos los resultados en el desarrollo de la implementación de la secuencia didáctica teniendo en cuenta la interacción continua de los estudiantes y la apropiación del conocimiento de una forma autónoma. Se hizo necesario diseñar

nuevas actividades para cada una de las fichas de aprendizaje, planteándolas desde la representación gráfica hacia la representación simbólica o algebraica. Por último, se muestra el análisis de las evaluaciones finales con el post test y la encuesta de satisfacción, así como el análisis de los niveles de desempeño alcanzados durante los años 2017 (implementación) y 2016 (metodología tradicional), con el fin de observar si esta metodología fue pertinente en cuanto al aprendizaje significativo, y motivadora en tanto que los estudiantes asuman una visión diferente frente a la clase de matemáticas.

Resultados

En cuanto a los aspectos más relevantes de esta metodología, se encuentra el diseño y desarrollo de la SD mediante la elaboración de las piezas de Algeblocks, por parte de los estudiantes durante la cual estuvieron muy motivados por tratarse de una estrategia diferente e innovadora en la institución educativa.

Se presenta, la forma correcta de representar las expresiones algebraicas con los Algeblocks, haciendo énfasis en la forma que debe tener la representación gráfica de la expresión algebraica o polinomio; dicha forma corresponde a un cuadrado o rectángulo y todas las piezas que componen la forma, deben ubicarse sin dejar espacio entre ellas, ni superponerse teniendo en cuenta la misma dimensión por donde van unidas.

Para formar el cuadrado o rectángulo, se puede partir de los cuadrados grandes y a sus lados, los rectángulos para completar con los cuadrados pequeños. Otra forma es usando en primera instancia los cuadrados grandes y ubicar los pequeños en el vértice superior derecho o diagonal, para completar con los rectángulos a los lados del cuadrado grande (superior y derecho).

Si los colores corresponden a expresiones positivas (azul, verde) para la primera forma, se completa con los cuadrados pequeños de color amarillo; pero si alguno de los rectángulos representa expresiones negativas (rojo), entonces se debe completar con los cuadrados pequeños de color rojo debido a la regla de los signos. Para completar las expresiones de la segunda forma, se considera de igual manera los signos que están representando cada una de las piezas por la regla de los signos para determinar de qué color deben ser las piezas que hacen falta.

En el desarrollo de la ficha de aprendizaje No. 1 por parte de los estudiantes las actividades estaban relacionadas con el perímetro y área de figuras planas haciendo uso de los Algeblocks. Esta actividad se realizó inicialmente de manera individual para luego comprobar en grupos de 3 o 4 estudiantes si los resultados eran los correctos o no, dando paso al aprendizaje colaborativo, pues en ocasiones para ellos resulta enriquecedor orientar o ser orientado por un par académico. Luego de la realización de esta ficha de aprendizaje, se diseñaron nuevas actividades dirigidas hacia el hallazgo de la expresión algebraica, como mencioné antes. En este sentido, los estudiantes tuvieron mayor aceptación y mejores resultados, por tratarse de ejercicios con formas geométricas llenas de color, lo cual para ellos fue más fácil de asociar a las expresiones algebraicas que en el sentido contrario.

La ficha de aprendizaje No. 2, estaba relacionada con las expresiones algebraicas, haciendo uso de los Algeblocks. Para ellos resultó un trabajo interesante, en especial porque relacionaron lo geométrico con lo algebraico, lo cual hizo más comprensible este concepto matemático tan abstracto. Al igual que en la ficha de aprendizaje No.1, se plantearon actividades desde lo simbólico a lo gráfico y, aunque los resultados fueron favorables en general, se propusieron nuevas actividades en el otro sentido de representación semiótica: de lo gráfico a lo simbólico, obteniendo mejores resultados y mayor porcentaje de aciertos en las actividades propuestas.



Figura 2. Desarrollo de la ficha de aprendizaje No. 3

En la figura 2 se da muestra del trabajo realizado por los estudiantes con los Algeblocs en el desarrollo de la ficha de aprendizaje No. 3 relacionada con los términos semejantes y la reducción de términos, donde los estudiantes expresaron haber comprendido con mayor facilidad aquello de que si son del mismo signo se suman y el resultado queda con el mismo signo, en este caso, el mismo color; y que si son de diferente signo se restan y el resultado queda con el signo del que tiene mayor valor absoluto, es decir, las piezas del mismo color con mayor cantidad.

En la aplicación de la ficha de aprendizaje No. 4 relacionada con la adición y sustracción de polinomios, se evidenció la participación de los estudiantes en la construcción y apropiación del conocimiento matemático con relación a este tema en particular.

En cada una de las cuatro fichas de aprendizaje, las actividades iniciales se plantearon desde lo algebraico o simbólico hacia lo gráfico; luego, se introdujeron nuevas actividades a desarrollar en sentido contrario, es decir, desde las representaciones gráficas con los Algeblocs hacia las expresiones algebraicas o representaciones simbólicas.

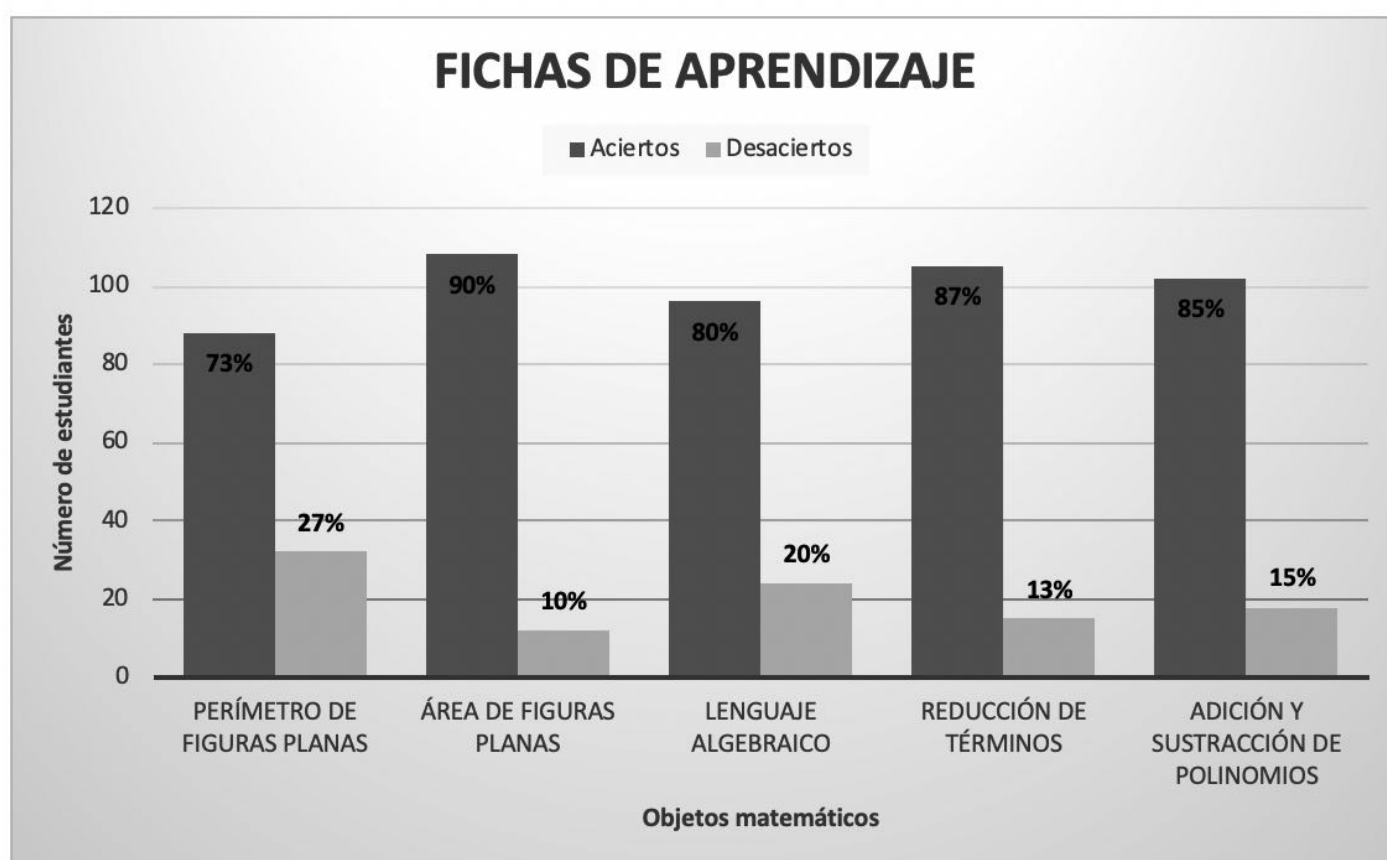


Figura 3. Aciertos y desaciertos por Ficha de aprendizaje con los Algeblocs.

La figura 3 muestra los resultados obtenidos en la evaluación de las fichas de aprendizaje de la SD evidenciando que el porcentaje de aciertos obtenido por los estudiantes es considerablemente alto con respecto al porcentaje de desaciertos. Sin embargo, se pretende continuar reestructurando dichas fichas para que el aprendizaje del álgebra en los estudiantes de grado octavo sea mayor en cuanto al nivel de desempeño alcanzado por ellos.

Considerando los anteriores resultados se puede aseverar que la metodología implementada fue pertinente, coherente y eficaz en tanto que los estudiantes se sintieron a gusto con las actividades realizadas, el aprendizaje alcanzado en cada tema presentado y con el proceso evaluativo como tal, evidenciando que el cambio de metodología tradicional a una metodología activa donde la participación, el trabajo colaborativo y la implementación e interacción con material concreto, permiten el aprendizaje contextualizado de las matemáticas (Godino, et al. 2003; Parra, 2013).

De otra parte, cabe resaltar que los niveles de desempeño alcanzados por los estudiantes durante el segundo periodo y en el informe final del grado octavo en el año 2017, marcaron un incremento con relación a los desempeños obtenidos el año lectivo anterior, debido fundamentalmente a que las clases en el año 2016 se abordaron de manera convencional (no se implementó alguna estrategia didáctica con manipulativos), razón por la cual, en el año de la investigación, los resultados sobrepasaron los niveles de desempeño anteriores (González, 2016).

Al realizar el comparativo de la valoración promedio en Álgebra durante el segundo periodo en los años 2016 y 2017, evidentemente se presentó un incremento altamente significativo en cada uno de los grupos, considerando que en el 2016 el promedio fue de 2.7 y en el 2018 de 3.9. Con lo anterior se da validez a la hipótesis inicial que, con la implementación de la SD basada en los Algeblocks, los niveles de desempeño de los estudiantes mejorarían notoriamente, además que cambian su percepción con respecto a la clase de álgebra y, por ende, a los conceptos abstractos trabajados en ella.

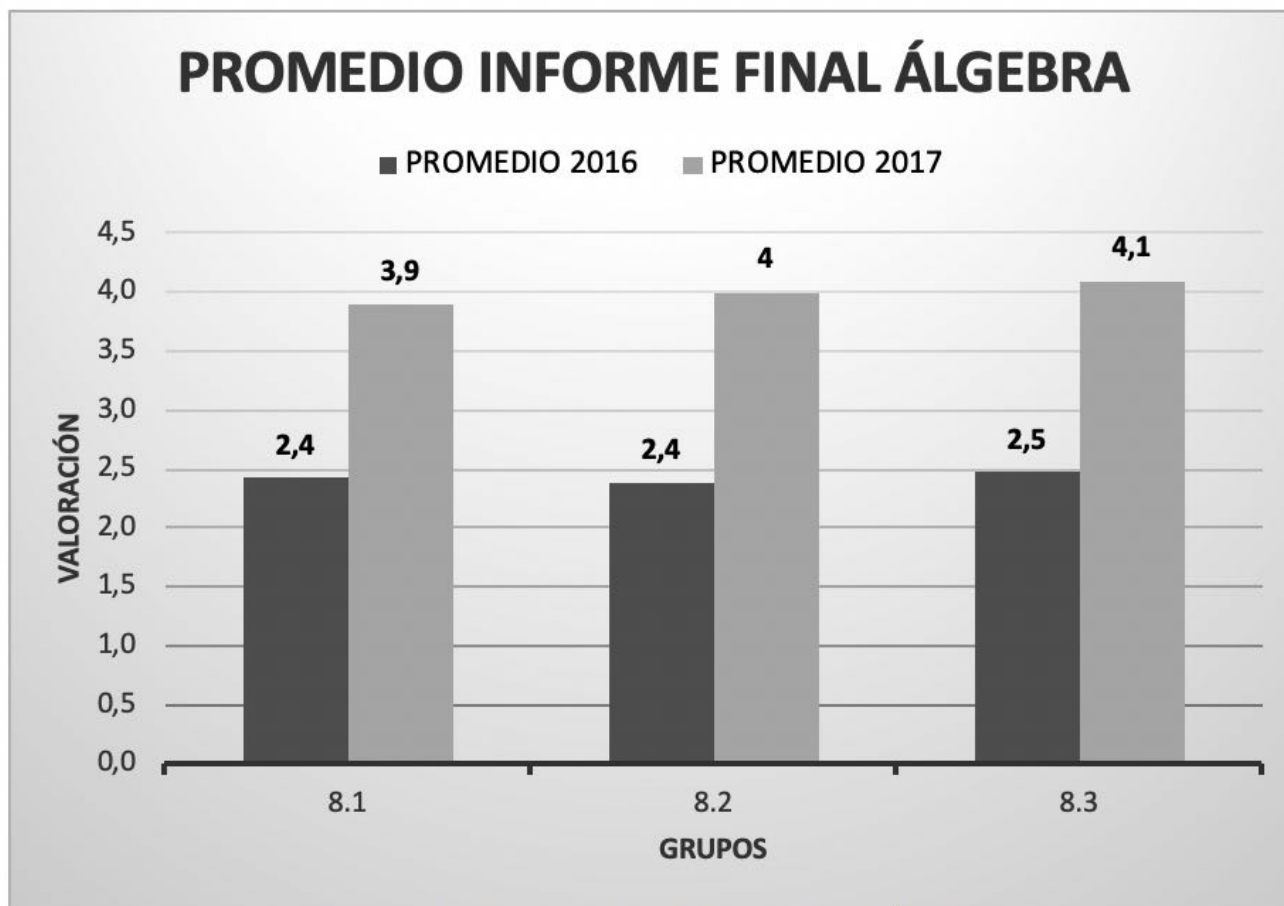


Figura 4. Comparativo Informe Final Álgebra

En cuanto al promedio alcanzado en álgebra al finalizar el año lectivo y comparándolo con la figura 4, se observa que el promedio global en la asignatura de álgebra por año lectivo mejoró considerablemente pasando de 2.4 a 4.0 es decir, de un nivel de desempeño bajo a un nivel de desempeño alto.

Discusión de resultados

La elaboración y aplicación de los Algeblocks por parte de los estudiantes, es un aspecto fundamental en el proceso de comprensión y apropiación del lenguaje algebraico pues, hace que la participación desde lo pedagógico se dé de manera activa, es decir, que el rol que los estudiantes desempeñan no sea otro al de actores principales de su proceso educativo en la construcción, comprensión y apropiación del conocimiento, en este caso, del lenguaje algebraico.

En el estudio realizado por Gustin y Avirama (2014) con respecto a la propuesta para la enseñanza de la ecuación cuadrática a través de la integración de material manipulativo y en relación con el estudio presentado, es claro que el uso de manipulativos en la clase de matemáticas no solo establece un puente que relaciona lo abstracto con lo concreto hacien-

do que la comprensión del objeto en mención se presente con mayor facilidad, sino que además permite la dinamización del proceso de enseñanza aprendizaje en el área. Cabe resaltar en este apartado, que de acuerdo con Duval (2004), las representaciones semióticas son un aspecto importante que considerar en la clase de matemáticas y, en el caso particular de la comprensión del lenguaje algebraico, a través del uso de material manipulativo.

Ahora bien, el estudio de Tangarife (2013) sobre la transición del pensamiento numérico al pensamiento algebraico a través de la estrategia didáctica -Algeblocks, se desarrolló con la aplicación de una SD conformada por cuatro guías de aprendizaje, enfocadas en el concepto de variable, y en contraste con el presente estudio, se destaca la importancia que tiene la SD en la construcción de los conceptos matemáticos, y en especial si se diseña desde las representaciones geométricas (modelación) de las expresiones algebraicas para su mayor comprensión. En concordancia con lo anterior, Robayna, et. al. (2003) describen que los errores más comunes cometidos por los estudiantes se sitúan en relación con tres orígenes diferentes: un primer origen, el Obstáculo, que puede ser epistémico, didáctico o cognitivo; un segundo origen, la Ausencia de sentido, que, desde los sistemas de representación puede ser de tipo aritmético, procedimental o algebraico; y un tercer origen, las Actitudes afectivas y emocionales, las cuales se enmarcan desde la falta de concentración, los bloqueos o el olvido mismo. De allí, la relevancia de las representaciones semióticas que se enfocan en la manera de hacer tangible aquello que es abstracto y a veces incomprendible a la mente humana, a lo que Duval (2004) expresa: “La utilización de representaciones semióticas es primordial para la actividad matemática y para serle intrínseca”.

Asimismo, la metodología implementada basada en el desarrollo de una SD con la utilización de las piezas de Algeblocks, propicia una mirada diferente a la iniciación del álgebra, en la que los estudiantes descubren por sí mismos, que el lenguaje algebraico, sus expresiones y la operacionalización entre ellas, se puede construir de diferentes maneras y en especial, desde las formas geométricas en lo que respecta al perímetro y al área de las mismas, asociando los colores con la expresión y el signo que cada forma representa. En lo que respecta al diseño e implementación de la SD, se puede considerar como un aporte relevante para los maestros de matemáticas dado que, se deja claro cuáles son los as-

pectos fundamentales de las piezas de Algeblocks, así como el solucionario de las fichas de aprendizaje.

En cuanto al aprendizaje activo, y considerando que Aprender implica una acción, es que el estudiante se constituye como el centro del proceso para construir desde el colectivo o individualmente, un saber determinado. Por ello, la estrategia que se implementa en clase se diseña pensando en las características de los estudiantes, de tal manera que las actividades propuestas tengan significado para ellos y así, se propicie un ambiente de dinámico de aprendizaje que sea favorable y significativo. La metodología activa (Díaz, 2015) posibilita la construcción del aprendizaje en tanto que los estudiantes se involucren directa y reflexivamente en el proceso, formulando sus inquietudes, despejando dudas y planteando posibles soluciones con respecto al tema abordado.

Gracias a ello, se evidencia el mejoramiento de los estudiantes no solo en los niveles de desempeño alcanzados, sino también en el aspecto actitudinal, dado que la clase de álgebra se convirtió en un espacio totalmente alejado del esquema tradicional donde el trabajo con los Algeblocks permitió la dinamización de esta. Atendiendo a este tipo de metodología surge la reflexión con respecto a las praxis de los maestros, las cuales deben estar en torno a los estudiantes, involucrándolos en el proceso de enseñanza aprendizaje, garantizando aprendizaje verdaderamente memorable, esto es, para la vida; todo lo demás, se dará por añadidura.

Conclusiones

La materialización de los objetos matemáticos permite que los estudiantes de grado octavo se dispongan para el aprendizaje del álgebra inicial, con una mejor actitud hacia la propuesta pedagógica, y así alcanzar mejores niveles de desempeño y la apropiación del conocimiento matemático.

Con la implementación de la estrategia didáctica basada en los Algeblocks, se alcanza una mejor comprensión de los conceptos matemáticos correspondientes a la identificación de expresiones algebraicas y su representación gráfica, así como a la operacionalización de dichas expresiones desde el reconocimiento de la expresión que enmarca el lado de un cuadrado o rectángulo, el cálculo de su perímetro y área, la reducción de términos y

la adición y sustracción de polinomios algebraicos como procesos de representación semiótica un poco más avanzados.

En la medida en que las matemáticas se dinamicen en el aula y se vuelvan atractivas para los estudiantes, los niveles de desempeño alcanzados se irán incrementando cada vez más. Gracias a ello la clase de álgebra se transformó en un espacio de aprendizaje donde el estudiante construyó con los Algeblocks desde las formas geométricas, aquello que a simple vista era abstracto y por ende, complejo de comprender. Los procesos dinámicos contribuyeron, a que los agentes principales del acto pedagógico asumieran una actitud diferente frente al área y de este modo, se apropiaran del conocimiento respecto de las expresiones algebraicas, sus representaciones y transformaciones de manera memorable o significativa.

La estrategia didáctica basada en los Algeblocks resultó ser adecuada para trabajar con los estudiantes de grado octavo, la iniciación al álgebra, permitiendo evaluar y acercarse a los objetos matemáticos abstractos, de una manera gráfica, colorida y manipulable para comprenderlos significativamente. A partir de los resultados obtenidos al finalizar cada ficha de aprendizaje, los estudiantes se sintieron satisfechos con la metodología implementada.

Las representaciones semióticas a cerca de un mismo registro, deben ser un propósito de los docentes de matemáticas, dada su relevancia en el proceso; no es sencillo de hacer, pero se considera un aspecto clave para el tratamiento de los registros (conceptos) así como para la conversión de un registro en otro.

Queda abierta la posibilidad de escalabilidad de la estrategia, ampliando la cantidad de formas y de colores, acorde al trabajo con más variables (x , y , z) y, por qué no, expresiones cúbicas o de grado tres. Esto implica extender los presaberes necesarios para su desarrollo y, por ende, el diseño de nuevas fichas de aprendizaje, así como de nuevas piezas de Algeblocks.

Agradecimientos

A la Dirección Nacional de Innovación Académica de la Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo.

A las Instituciones: Ministerio de Educación Nacional, Secretaría de Educación Municipal de Cali, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira por convocar y ofertar programas de cualificación docente en busca de un país más educado, donde la paz y la equidad sean una realidad cercana.

Referencias

Borda, O. F. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP (investigación acción participativa). *Análisis Político-Universidad Nacional de Colombia*, (38), 71-88.

Cardelli, J. (2004). Reflexiones críticas sobre el concepto de Transposición Didáctica de Chevallard. *Cuadernos de antropología social*, (19), 49-61.

Cardona, (2007). Desarrollando el pensamiento algebraico en alumnos de octavo grado del CIIE a través de la resolución de problemas. Tegucigalpa – Honduras

Carvajal, T. A. E. (2013) Aritmética y álgebra a través de los bloques de Dienes. *Actas del VII CIBEM ISSN, 2301(0797)*, 472, Montevideo.

Craveri, A. M., & Anido, M. (2014). El aprendizaje de matemática con herramienta computacional en el marco de la teoría de los estilos de aprendizaje. *Journal of Learning Styles*, 2(3).

Chávez, L. E. V. (2014). Estudio de la representación del álgebra en los documentos curriculares colombianos. *Revista Perspectivas Educativas*, 6.

Díaz Parra, D. G. (2015). El aprendizaje activo orientado hacia la colaboración en estudiantes de grado segundo de básica primaria en Lectoescritura inicial favoreciendo la competencia de trabajo en equipo. Bogotá, Colombia.

- Dienes, Z. P. (1963). An experimental study of mathematics-learning. Hutchinson of London.
- Dienes, Z. P. (1969). Building up mathematics. Hutchinson Educational, London.
- Duval, R. (2004). Semiósis y Pensamiento Humano. Registros Semióticos y Aprendizajes Intelectuales. Universidad del Valle. Colombia.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- Gamboa, D., Bermeo, M. S., & Zapata, P. A. (2012). Análisis didáctico de las prácticas docentes usadas en la enseñanza del álgebra en grado octavo.
- García Retana, J. Á. (2015). El lenguaje ordinario: la clave para el aprendizaje de las matemáticas basado en problemas. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(1).
- Godino, J. D., Batanero, C., & Vicenç, F. (2003). Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Universidad de Granada.
- Gómez, J. (2013). El pensamiento algebraico, algo más que letras. Una mirada desde la perspectiva semiótica cultural.
- González, F. E. (2016). Los nuevos roles del profesor de matemática Retos de la Formación de Docentes para el Siglo XXI. *Paradigma*, 21(1), 139-172.
- Gustin y Avirama, (2014). Una propuesta para la enseñanza de la ecuación cuadrática en la escuela a través de la integración del material manipulativo. Colombia, Valle del cauca.
- Hernández, M. A. (2002). La construcción del lenguaje matemático (Vol. 174). Graó.
- Martí, J. (2000). La investigación-acción participativa. Estructura y fases. La investigación social participativa. Construyendo ciudadanía/1. El viejo Topo. España. pp, 73-117.

Ministerio de Educación Nacional. (1998) Lineamientos Curriculares de Matemáticas. Colombia, Santafé de Bogotá.

Disponible en:

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2006) Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. Colombia, Santafé de Bogotá.

Disponible en:

https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2015) Derechos Básicos de Aprendizaje en Matemáticas. Colombia, Santafé de Bogotá.

Disponible en:

http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_m_g8.pdf

Ordóñez, L. N. (2017). Representaciones Semióticas del Concepto de Ecuación Lineal con una Variable a partir de la implementación de un juego didáctico. Amazonia Investiga, 6(11), 38-52.

Ortiz, M., & Borjas, B. (2008). La Investigación Acción Participativa: aporte de Fals Borda a la educación popular. Espacio abierto, 17(4).

Oviedo, L. M., Kanashiro, A. M., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. (2011). Los registros semióticos de representación en matemática. Aula Universitaria, 1(13), 29-36.

Parra, S. (2013). Claves para la contextualización de la matemática en la acción docente. Omnia, 19(3).

Palop, E. E. (2015). Reflexiones sobre la implementación de una secuencia didáctica. Normas, 2(1), 63-75.

Picciotto, H. (1990). The Algebra Lab: High School. Henri Picciotto.

Picciotto, H., & Wah, A. (1993). A New Algebra: Tools, Themes, Concepts. *Journal of Mathematical Behavior*, 12(1), 19-42.

Revans, R. (2011). *ABC of action learning*. Gower Publishing, Ltd.

Robayna, M. M. S., Medina, M. M. P., & Barrera, R. R. (2003). Análisis y clasificación de errores cometidos por alumnos de secundaria en los procesos de sustitución formal, generalización y modelización en álgebra. In *Investigación en educación matemática: séptimo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 311-322). Universidad de Granada.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (1996). *Metodología de la investigación*. Edición McGraw-Hill.

Sancho, A. M. E. (2008). *Dificultades de aprendizaje del lenguaje algebraico: del símbolo a la formalización algebraica: aplicación a la práctica docente*. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.

Silberman, M. (2005). *Aprendizaje activo: 101 estrategias para enseñar cualquier materia*. Editorial Pax México.

Socas Robayna, M., Camacho Machín, M., Palarea Medina, M., & Hernández Domínguez, J. (1996). *Iniciación al álgebra*. Editorial Síntesis, Colección: Matemáticas: Cultura y Aprendizaje, Madrid, España.

Tangarife, (2013). *Transición del pensamiento numérico al pensamiento algebraico a través de la estrategia didáctica –Algeblocks*. Caldas, Colombia.

Tocto, E. (2016). *Comprensión de la noción función cuadrática por medio del tránsito de registros de representación semiótica en estudiantes de quinto año de secundaria* (Doctoral dissertation, Tesis de Maestría). Universidad Católica del Perú, Lima, Perú).

Vasco, C. E. (2003). El pensamiento variacional y la modelación matemática. In *Anais eletrônicos do CIAEM–Conferência Interamericana de Educação Matemática*, Blumenau (Vol. 9).

Vasco, C. E. (2006). *Didáctica de las matemáticas: artículos selectos*. Editorial U. Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Vygotsky, Lev S. (2006). *Pensamiento y lenguaje*. México. Ediciones Quinto Sol.

La Matemática desde lo Concreto, Pictórico y Abstracto en la primera Infancia

¹Ana Carreño Chacón, ¹Nibia Vargas Carlier, ²Neil Guerrero González, ³Oscar Checa Cerón
Grupo de Investigación CE-LAB

¹Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Palmira - Arauca

²Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales

³Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira

Sobre los autores

Ana Yuraima Carreño Chacón: Especialista en Informática y Telemática, docente tutora del Programa Todos a Aprender (PIONEROS PTA 2.0), Maestrante de la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: aycarrenoc@unal.edu.co

Nibia Vargas Carlier: Licenciada en Educación Preescolar, docente tutora del Programa Todos a Aprender (PIONEROS PTA 2.0), Maestrante de la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: nibvargascar@unal.edu.co

Neil Guerrero González: Doctor en Ingeniería Electrónica. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Manizales

Correspondencia: nguerrerog@unal.edu.co

Oscar Checa Cerón: Doctor en Física. Profesor Asociado – Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

Correspondencia: oychecac@unal.edu.co

Resumen

Este artículo es el resultado de la investigación realizada por las autoras con el fin de integrar a la enseñanza de las matemáticas en la primera infancia, herramientas que promuevan el pensamiento lógico matemático tales como lo concreto, pictórico y abstracto, promovidas por el método Singapur que ha generado un cambio significativo en la enseñanza de esta área del conocimiento. Lo anterior como respuesta a los deficientes resultados que muestran los estudiantes de los primeros grados en las pruebas nacionales SABER 2014 – 2015 – 2016 en la Institución Educativa Santa Teresita de Arauca - Arauca. Para tal fin se realizó un trabajo de campo, a través de un método cualitativo con un tipo de estudio de caso llevado a cabo en dicha institución, en los grados preescolar y primero de primaria. Se propone la creación de un kit de matemáticas, el cual consta de fichas plastificadas con imágenes como animales, medios de transporte, niños y niñas, puntos de colores, tapas de colores, paletas, monedas de cartón y folders elaborados en carpetas de cartón plastificados, que pueden ser utilizados como tableros mágicos; todo esto acompañado de las guías de aplicación del kit, lo cual

garantizará la aplicación didáctica adecuada.

Palabras clave

Método Singapur, pensamiento lógico matemático, primera infancia, enseñanza aprendizaje.

Mathematics from the Concrete, Pictorial and Abstract in Early Childhood

Abstract

This article is the result of the investigation conducted by the authors which aim to integrate the tools that promote mathematical logical thinking into the teaching of math in the first schools years. Tools such as concrete, pictorial and abstract thinking promoted by the Singapur method have made a significant impact on the teaching approach in this area. The investigation came up as a response to the low-level scores obtained by the students in the first-grade levels in the nationally standardized assessment SABER, the year 2014-2015 at the Institucion Educativa Santa Teresita in Arauca - Arauca. For this purpose, a field study was carried out, through a qualitative method with a type of

case study carried out at the above-mentioned institution, in the preschool and first-grade levels. It is proposed the creation of a math kit, which consists of plastic sheets with images such as animals, transportation, children, colored dots, colored covers, pallets, cardboard coins and folders made in plastic-coated folders, which can be used as magic boards; all this accompanied by the guides of application of the kit, which will guarantee the suitable didactic application.

Keywords: Childhood, meaningful learning, teaching mathematics

Introducción

La presente investigación parte del reconocimiento de la necesidad de mejorar y potenciar en niños del grado preescolar y primero de la Institución Educativa Santa Teresita de Arauca sede Padilla, los procesos cognitivos de conteo y adquisición del valor posicional, desde lo concreto, pictórico y abstracto. Teniendo en cuenta que para estos grados no existen pruebas externas que permitan diagnosticar las debilidades y fortalezas cognitivas, fue necesario elaborar una prueba diagnóstica, y a su vez retomar los resultados de las pruebas externas Saber 2014, 2015 y 2016 del grado tercero (ICFES Pruebas Saber 3°, 5°, 7° y 9°, 2018), donde 352 niños son evaluados, se tiene que el 73% se han mantenido con un nivel de desempeño insuficiente. Lo cual indica que se deben fortalecer las competencias de comunicación, resolución y razonamiento, en los componentes, aleatorio, espacial métrico y numérico variacional según matriz de referencia del grado tercero, propuesta por el MEN. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2014) En la prueba diagnóstica aplicada a preescolar y primero (58 niños evaluados), se pudo apreciar que el 70% presentan dificultad en el conteo y valor posicional. (Nacional, 2016)

Con el análisis de rubricas de observación directa aplicadas, se puede apreciar que las diferentes estrategias utilizadas por los docentes en el aula de clase, no son suficiente para mejorar los procesos de comprensión y razonamientos lógicos involucrados en acciones de conteo, clasificación, seriación, concepto de número y valor posicional que se presentan en el área de las matemáticas en primera infancia. A partir de allí, se evidencia la necesidad de investigar, diseñar e implementar herramientas de enseñanza y aprendizaje que posibiliten el desarrollo del pensamiento lógico matemático desde situaciones concretas, pictóricas y abstractas generadas con materiales manipulables por parte de los infantes. (Ibarra, 2016), (Jiménez, 2016), (Valenzuela, 2012), (Velasco, 2012). Aspectos todos que permiten generar la siguiente pregunta de investigación, ¿Por qué es necesario implementar diferentes estrategias didácticas desde lo concreto, pictórico y abstracto que permitan desarrollar habilidades de aprendizajes matemáticos en la primera infancia de la institución educativa Santa Teresita del municipio de Arauca?

En este sentido, la utilidad metodológica de la investigación radica en implementar diferentes estrategias didácticas desde lo concreto, pictórico y abstracto que permita manipular y explorar todo lo que capta su interés; ejerciendo una función motivadora del aprendizaje sobre todo si con el material se crean situaciones interesantes para el niño, en las que se sienta sujeto activo y facilite la comprensión de los conceptos abstractos, (Angulo, 2016), (Calderon, 2014), (Descubra la metodología de enseñanza en Singapur, 2014), (Dinero, 2016), (Excelsior, 2016), (Orozco B. , 2017), (Zúñiga, 2013), y de esta manera apoyar la forma como actualmente se da la clase de matemáticas, permitiendo mejorar significativamente las habilidades de aprendizajes matemáticos en los grados de preescolar y primero de la institución educativa Santa Teresita del municipio de Arauca.

Metodología

El método en el que se centra la investigación es el cualitativo, a través del cual se busca comprender un fenómeno social complejo como la enseñanza de las matemáticas. El objetivo consiste en comprender el fenómeno y no en medir las variables involucradas en dicho fenómeno.

Este proyecto se desarrolló en tres etapas; la primera de observación y entrevista de grupos focales con docentes de primero de primaria y preescolar, la segunda etapa de elaboración del kit matemático, tercera etapa de aplicación. Para la aplicación de las estrategias didácticas se trabajó con un grado de primero. Se realizó inicialmente el desarrollo del protocolo de uso del kit donde se explicó la importancia del material, como usarlo y como planear empleando adecuadamente el material, de manera que el docente lo utilice como una herramienta de apoyo para acompañar el aprendizaje del valor posicional y la resolución de problemas; luego se desarrollaron las actividades en el aula de clase con los estudiantes; llevando un registro de los avances obtenidos en las rejillas de valoración, observándose que se mejoró en un 80% el manejo del valor posicional donde el niño reconoce el valor que tiene un dígito de acuerdo a la posición que ocupa dentro del número. A partir de lo planteado en mi tesis, se pueden iniciar otras líneas de investigación desde lo concreto, pictórico y abstracto como la creación y desarrollo de sistemas semióticos nuevos que integren las TIC como progreso del conocimiento, además la relación entre las

matemáticas y la semiótica como estrategia que permitan mejorar la comprensión lectora y fortalecer las habilidades del pensamiento crítico.

La población y muestra fueron los estudiantes de preescolar y primero de primaria del colegio Santa Teresita sede Padilla, teniendo en cuenta que se manejó un tipo de muestra por “conveniencia que es aquella que sirve a las necesidades del investigador y que no maneja métodos probabilísticos” (Hernández S, Fernández C y Baptista L, 2010, pág. 398).

Para tal fin se trabajó en el colegio Santa Teresita que se encuentra ubicado en el municipio de Arauca, en el departamento de Arauca, el cual tiene tres sedes siendo escogida la sede de Padilla que cuenta con 4 cursos de preescolar y 3 cursos de primero. Se escogió un curso de preescolar con 28 estudiantes y un primero con 30 estudiantes, para aplicar las estrategias que propone el método Singapur, tal como se mostró en la prueba diagnóstica realizada en primero. En este sentido, por conveniencia de las investigadoras se escogieron de cada curso 5 niños para una muestra de 10, con quienes se desarrollaron las estrategias didácticas del kit matemático. Adicionalmente, se trabajó con los docentes del área de todas las sedes del Colegio Santa Teresita – Mogollón, Divino Niño y Padilla –, para un total de 20 docentes, 10 de preescolar y 10 de primero.

Análisis de resultados o Desarrollo

Para el desarrollo de la investigación, “la planificación de las actividades debe llevarse a cabo para solucionar los problemas o contestar a las preguntas u objetivos planteados” (Rodríguez, G, Gil, J y García, E, 2006, pág. 2). De esta forma, se propuso el abordaje de 3 etapas las cuales se observan en la figura 1.



Figura 1. Diagrama esquemático de las etapas del proyecto

Fuente: Elaboración propia

→ Etapa 1. Observación y entrevista de grupos focales: Se realizó la observación a las docentes de preescolar y primero en el desarrollo de 3 sesiones de trabajo en el área de matemáticas y se pudo apreciar que no hacen uso de material real, desarrollan la clase con una explicación del tema en el tablero y seguidamente pasan a los estudiantes una hoja guía con una serie de ejercicios, solo algoritmos, tal como se ve en las figuras 2



Figura 2. Estudiante de preescolar con el método tradicional

Fuente: Colegio Santa Teresita – Sede Padilla (2017)

→ Etapa 2. Diseño de estrategias didácticas: Al analizar la entrevista de grupo focal con las docentes se vio la necesidad de elaborar material didáctico para facilitar el desarrollo

del pensamiento lógico matemático y así permitir que el aprendizaje de los números se dé con mayor agrado y facilidad.

Se elaboró el kit de matemáticas; el cual consta de fichas plastificadas con imágenes llamativas para los niños tanto de preescolar como de primero, con figuras de animales, medios de transporte, piratas, niños y niñas, puntos de colores, barras de unidades, barras de decenas y de centenas; paletas, pepas, monedas, tapas, y folder para manipular este material y graficar cantidades y, por último, el folder de valor posicional como se muestra en la Figura 3



Figura 3. Material utilizado para realizar la estrategia didáctica
Fuente: Colegio Santa Teresita – Sede Padilla (2017)

El kit también cuenta con folder elaborados en carpetas de cartón e imágenes impresas sobre las cuales se utilizan las fichas descritas anteriormente; estos folders están debidamente plastificados para permitirle al niño que lo raye con marcador borrable, dándole función de tablero mágico. Para el uso pertinente de este material se diseñaron 2 guías de aplicación del kit matemático una para cada nivel, permitiendo la realización de dos talleres con las docentes de preescolar y primero. Allí se les hizo ver la importancia del uso de lo concreto y como planear las clases empleando adecuadamente el material.

→ Etapa 3. Aplicación de las estrategias didácticas: Para poder (no enseñar) sino acompañar el proceso de aprender la matemática, primero se tiene que saber y enfocar bien ese aprender, ¿cómo se aprende? y después cuestionarse sobre: “¿cómo acompaño?, ¿cómo facilito ese aprender?”

La estrategia del uso de material es que el docente tenga una herramienta de apoyo para acompañar el aprender las matemáticas. (Piaget J. , 1963)

Resultados:

- Etapa 1. Observación y entrevista de grupos focales: Se realizó la observación a 10 docentes de preescolar y 10 docentes de primero con los siguientes resultados: De acuerdo a la observación realizada, se tiene que el 60% de los docentes observados hacen poco uso de material concreto (12 docentes).

En 30 minutos de la clase emplearon carteles para que los niños cuenten todos al unísono los objetos que observan desde sus puestos de trabajo, también utilizaron imágenes de frutas u otras figuras dibujadas en el tablero para que los niños cuentaran todos en coro, desde sus puestos sin permitirles la manipulación de estos.

El 60% de los docentes observados utilizaban fichas de los números para rellenar con diferente material, fichas de números para colorear, repetición de los números de forma oral sin conteo, planas de los números, unir puntos para formar el número.

Lo hallado se enmarca en las actividades de corte tradicional donde los protagonistas son la ficha, los colores, la tiza y el tablero únicamente, aportan muy poco al desarrollo de los diferentes pensamientos en los niños y específicamente al pensamiento numérico, que abarca entre otros temas la estructura auditiva; ésta debe potenciarse de forma vivencial, manipulando material concreto para establecer relaciones, comparaciones, vínculos, análisis y dar solución a situaciones problema. con el fin de desarrollar la lógica y así afrontar diversas condiciones que se presentarán en el transcurso de la vida (Jiménez, 2016, pág. 22).

Se puede entonces, establecer además de lo señalado que interactuando con los docentes de preescolar y primero, no se cuenta con una formación en cuanto a la didáctica y metodología para las clases de matemáticas, lo que ha llevado a que los resultados no sean satisfactorios, tal como se señaló anteriormente, generando con ello la reprobación del área, requiriendo talleres de apoyo o ejercicios de refuerzo en cada periodo.

Por lo tanto es necesario que los docentes del área de matemáticas del colegio Santa Teresita, comprendan la importancia del “papel de lo concreto” debido a que éste representa algo sustancial en “la función educativa; toda vez, que tiene la función de introducir ideas, originarlas y sugerirlas, permitiendo sustituir los clásicos modelos pasivos, brindando la oportunidad a los estudiantes de manipular diversos materiales que determinen el conocimiento que se trata de adquirir” (Valenzuela, 2012, pág. 37).

Es por ello, que a partir de lo observado se hace necesario establecer que tanto en preescolar como en primero el trabajo debe ser vivencial, acompañado de diversos materiales que permitan la interacción del estudiante de una forma más “concreta” con el mundo de las matemáticas. (Scarlett, 2014).

En cuanto a la entrevista realizada a los grupos focales, se realizaron las siguientes preguntas:

1. *¿Qué materiales hay en su Institución para trabajar las matemáticas?*

El 50% (10 docentes) consideran que en la Institución educativa no existe material para trabajar la enseñanza de las matemáticas en los grados de preescolar y primero; aunque existen los bloques lógicos y no son suficientes para todos y El 50% (10 docentes) indica que existen ábacos cerrados; pero estos no son suficientes para utilizarlos con todos los niños en un salón de clases.

Las respuestas ofrecidas por los docentes permiten establecer que la “disponibilidad y el uso de diversos materiales educativos en las instituciones escolares es uno de los factores clave para la mejora de la educación que no siempre se tiene en cuenta” (González, 2014, pág. 2).

Como lo expresa González (2014) citando a Hernán y Carrillo (1998) algo tan simple como unos “palillos puede convertirse en enriquecimiento de la práctica educativa de los docentes cuando implica una transformación del proceso de enseñanza – aprendizaje. Los materiales concretos permiten representaciones y modelizaciones de conceptos e inicio de su comprensión y manejo para los estudiantes” (pág. 3).

Sin embargo, a pesar de lo señalado “todavía son escasos o insuficientes los materiales y recursos didácticos para matemáticas que existen en los centros de enseñanza y su utilización en las aulas” (González, 2014, pág. 4). Afirmación que lleva a establecer que:

Un ambiente de aprendizaje es un espacio estructurado en donde confluyen estudiantes y docentes que interactúan con la intención de que ocurran aprendizajes ofreciendo oportunidades para que los estudiantes construyan conceptos, desarrollen habilidades de pensamiento, valores y actitudes. Son componentes principales de un ambiente de aprendizaje: el espacio donde se actúa, las interacciones entre los estudiantes, el profesor y el currículo; los contextos que problematizan el aprendizaje y, los recursos didácticos y tecnológicos. Estos componentes interactúan para instaurar tanto formas de trabajo como relaciones sociales, culturales, interpersonales y comunicativas que median en los procesos de formación (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2014, pág. 17).

Se tiene entonces, que existe una clara necesidad de contar con recursos concretos – didácticos para la enseñanza de las matemáticas, a través de los cuales se puede ofrecer una formación más dinámica y eficaz. De esta forma, la utilización de materiales concretos en el proceso escolar permite la transmisión de conocimientos más acertados, para que a futuro Colombia sea matemáticamente competente.

2. *¿En qué temática usa los materiales y que materiales usa?*

El 80% (16 docentes) afirman que existen bloques lógicos los cuales son utilizados en la hora del juego libre en el caso de preescolar y el 20% (4 docentes) utilizan el ábaco sólo para el conteo de las fichas en el grado primero. “Una enseñanza apoyada en el material concreto permite una concepción dinámica del aprendizaje” (Valenzuela, 2012, pág. 14), aspecto que se afianza con lo señalado por Piaget (1963) citado por Jiménez (2016) quien expresaba que “la importancia del contacto con el material concreto en las actividades co-

tidianas, es uno de los pilares del razonamiento lógico, que permite que el niño construya aprendizajes y para esto es necesario que éste interactúe con los materiales” (pág. 31) para que pueda darle sentido a lo que hace y se vean avances en su proceso.

Como complemento de lo expuesto, se tiene que los “materiales manipulativos en el proyecto de aula hace las veces de movilizadores o mediadores de conocimiento ya que a través de ellos los niños pueden establecer y concretar sus análisis partiendo de una vivencia con lo concreto” (Jiménez, 2016, pág. 91).

Lo señalado, se fundamenta en la importancia que tienen los bloques lógicos en la enseñanza de las matemáticas en los niños de preescolar, tal como lo afirmaron los docentes del colegio Santa Teresita, los cuales contribuyen al pensamiento lógico, debido a que “el estudiante es capaz de apropiarse de conceptos matemáticos, de forma significativa con la capacidad de llevarlos y aplicarlos en el contexto donde se encuentra, desarrollando en él la observación, comparación, clasificación y seriación” (Arias, 2013, pág. 39), (Guzmán, 1988)

De igual manera, el ábaco es uno de los “recursos más antiguos para la enseñanza de las matemáticas, a través de su utilización el niño y niña llega a comprender los sistemas de numeración y el cálculo de las operaciones con números naturales” (Velasco, 2012, pág. 10). Adicionalmente, las actividades realizadas con el ábaco los niños y niñas pueden: “Los sistemas de numeración posicionales, cómo se forman las unidades de orden superior, el procedimiento para presentar los números naturales, el valor relativo de las cifras en función de las posiciones que ocupan” (Velasco, 2012, pág. 18).

Como se puede observar las respuestas ofrecidas por los docentes del colegio Santa Teresita resultan favorables, en el ascenso hacia el uso de material concreto para la enseñanza de las matemáticas, generando en los niños el acercamiento y comprensión con esta clase de material, que le ayuda significativamente a comprender los números desde sus inicios, generando diversas destrezas gracias a su utilización.

3. *¿Ha diseñado algunas estrategias para enseñar los números y para enseñar valor posicional?*

Se busca establecer si los docentes del colegio Santa Teresita utilizan algún tipo de estrategia para enseñar los números, y el valor posicional; (Naranjo Y. , 2015) donde el 100% no han diseñado dichas estrategias.

Al respecto se tiene que para la enseñanza de los números se puede hacer uso de las “regletas que son un material que consiste en un conjunto de barritas que representan los números del uno al diez. Variando tanto en tamaño, forma proporcional al número que representan y color” (Muñoz, 2014, pág. 24)

Es un material manipulativo particularmente idóneo para la adquisición progresiva de competencias numéricas. Su manipulación ayuda a aprender la “composición y descomposición de los números naturales, además de mejorar el propio conocimiento de estos, su ordenación y comparación – equivalencias – entre ellos. Introducen al niño en las operaciones aritméticas básicas de cálculo: Suma, resta, multiplicación y división, favoreciendo el cálculo mental” (Muñoz, 2014, pág. 25).

En cuanto, al valor posicional se puede utilizar el ábaco que facilita su aprendizaje. “Mediante el uso de este material los estudiantes pueden comprender mejor los conceptos. El ábaco se emplea considerando unidades, decenas, centenas, unidades de mil, entre otras, de esta forma se realiza su lectura y su respectiva interpretación” (Naranjo Y. , 2015, pág. 1). (Diana, s.f.)

De lo anterior se puede concluir que los docentes del colegio Santa Teresita no utilizan ninguna clase de estrategia para enseñar los números y el valor posicional; sin embargo, se puede deducir que tienen un acercamiento en la utilización de estrategias, pero no lo ven así porque no hacen un uso frecuente del material concreto.

4. *¿Con que frecuencia utiliza material concreto para trabajar las matemáticas?*

Para lograr diferenciar las respuestas, se escogieron los siguientes rangos: Frecuencia, material y para qué.

Frecuencia: De los docentes entrevistados, el 25% expresaron que por lo menos una o dos veces en la semana utilizan algún tipo de material concreto; el 15% dijeron hacerlo por lo menos una vez al mes y 60% dijeron que nunca lo utilizaban.

Material y razones: Teniendo en cuenta que, de los 20 docentes, solamente 8 dijeron utilizar material concreto, se tiene que para este rango los 8 forman el cien por ciento. Así, 6 docentes que equivalen al 75% afirman utilizar material concreto como tapas de gaseosa para la enseñanza de los números; pero sólo aprovechan este material en pocas actividades porque aseguran que no les alcanza para todos los niños y este tipo de actividad genera mucha indisciplina y 2 docentes que corresponden al 25% además de utilizar tapas de gaseosa, emplea materiales del medio, o elabora fichas en papel para el conteo especialmente hasta la decena porque les ayuda con la comprensión de cantidad

De las respuestas obtenidas se tiene que la enseñanza de las matemáticas enfocadas al sentido numérico anima a los estudiantes a solucionar problemas en una amplia multiplicidad de situaciones, “a tener sensibilidad intuitiva para el cálculo de números y la combinación de éstos, así como a la habilidad de trabajar de manera flexible con números al enfrentar problemas, con el fin de tomar decisiones sólidas y hacer juicios razonables” (Grouws, D y Cebulla, K, 2006, pág. 27).

Aspecto que se afianza si se tiene en cuenta que “el empleo de materiales concretos durante la enseñanza de las matemáticas puede contribuir a que los estudiantes adquieran un mejor uso de los sistemas de registro e incrementen su desarrollo conceptual” (Grouws, D y Cebulla, K, 2006, pág. 31). Tal como lo muestran las respuestas, se podría determinar que el uso del material concreto en los estudiantes de preescolar y primero del colegio Santa Teresita, va a permitir, que los niños desde sus inicios tengan unas bases sólidas en las matemáticas, lo que daría como resultado a futuro que las pruebas SABER del grado tercero tengan mejores resultados. (Colombia, 2014) De modo tal, que el material concreto, además le proporciona al niño una vivencia real para comprender mejor los números y sus diferentes funciones.

5. *¿Se le han presentado inconvenientes en el uso de material concreto? ¿Cuáles?*

Para tener unas respuestas más ceñidas a la realidad, se les hizo la pregunta a los ocho docentes que expresaron hacer uso de material concreto, quienes en un 75% (6 docentes) expresan tener dificultad con el uso del material concreto porque después de una semana se les convierte en basura; los niños lo dañan, les demanda mucho tiempo en su elaboración y

estas actividades les ocasionan indisciplina en el aula y el 25% (2 docentes) afirman que se facilita la enseñanza con el uso de este material

De las respuestas dadas por los docentes sobre el inconveniente ocasionado en clase con el uso de material concreto, se fundamenta prácticamente en el hecho de que no hay dentro del aula de clase material concreto.

Esto lleva a establecer dificultades y errores en uso de material que aparecen a la hora de utilizar materiales manipulativos en la enseñanza de las matemáticas, entre los que se destacan los siguientes: sofisticación del material (complejidad del objeto), utilización del material por el docente y no por el estudiante, poca cantidad de materiales, la no adecuación del concepto presentado por el material, creer que el material ya asegura la adquisición de un concepto, falta de recursos para obtener materiales. Estas dificultades dependen en gran medida del uso que el docente gana del material en cuestión (Valenzuela, 2012, pág. 28).

Como se puede observar existen una serie de dificultades para la manipulación del material concreto, que debe ser superada por el docente, para que logre el uso adecuado de éste dentro del aula de clase. Es por ello, que existe la clara necesidad de lograr que el colegio Santa Teresita adecúe el uso del material concreto unido a estrategias que le permita al docente una enseñanza organizada y con mejores resultados.

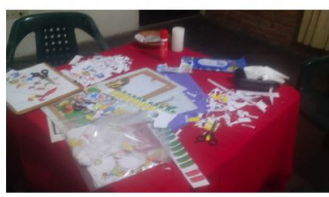
Etapas 2. Diseño de estrategias didácticas: En esta etapa se elaboró el kit matemático que va a servir al docente para manejar a futuro las clases de matemáticas en preescolar y primero de primaria. (ver figura 4 y 5)

Protocolo Preescolar

Información General

<p>Contexto</p>	<p>Con el desarrollo de esta guía de aplicación se propone implementar la teoría cognoscitiva de Jean Piaget y Jerome Bruner con el enfoque CPA (concreto, pictórico y abstracto); para lo cual se elaboró este kit de matemáticas, el cual consta de fichas plastificadas con imágenes llamativas para los niños como animales, medios de transporte, niños y niñas, puntos de colores, tapas de colores, paletas, monedas de cartón y folders elaborados en carpetas de cartón plastificados, que pueden ser utilizados como tableros mágicos</p> <p>Esta guía ofrece al docente una orientación sobre el uso del kit matemático como una herramienta de aprendizaje que permite desarrollar en el niño procesos cognitivos de conteo, valor posicional en niños entre 5 y 7 años de edad, y a su vez desarrollar habilidades del pensamiento lógico matemático. Aquí se abordan diversas situaciones problemas que llevan al niño a recrear la situación en el aula.</p> <p>Esta guía debe estar dirigida por el docente y contextualizada al ambiente escolar</p>
<p>Metas de aprendizaje</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ofrecer al docente estrategias que le permitan enseñar la matemática desde lo Concreto Pictórico y Abstracto en resolución de problemas sencillos que involucren las habilidades de conteo, agrupación, des-agrupación, identificación, ordenación, seriación, clasificación, correspondencia, comparación, codificación y decodificación. - Orientar el uso pedagógico de los folders que contienen el kit matemático y el material concreto como tapas, paletas, fichas etc. - Comprender la importancia de lo concreto-pictórico y abstracto en la construcción del concepto y en consecuencia el aprendizaje significativo. - Reconocer que los materiales del kit matemático pueden contextualizarse y adaptarse a diversas situaciones; permitiendo así su uso continuo, desde diversas temáticas de estudio; manteniendo siempre su enfoque de desarrollar habilidades del pensamiento lógico matemático - Reforzar habilidades sociales en los niños desde el trabajo cooperativo, que les permita compartir, escuchar, respetar la opinión del otro, permanecer en grupo y construir en equipo.
<p>Organización del espacio</p>	<p>Los participantes realizarán las actividades en grupos de trabajo cooperativo, por lo cual es recomendable contar con un espacio organizado para tal fin y espacio suficiente para poderse mover entre las mesas.</p>
<p>Materiales requeridos</p>	<p>Folder monstruos como galletas Folder perrito Rufos Folder Globo Mágico Folder Casita para Descomponer Folder Valor Posicional</p> <p>Los folder se complementan con la utilización de diferente material como: tapas, paletas, fichas de animales, de personas, de medios de transporte, de figuras geométricas, de caritas, galletas, huesos, etc.</p> <p>Observación: a medida que se trabaje un proyecto nuevo, este insumo sirve para enriquecer el kit matemático, utilizándolo como fichas conteo. Se resalta la importancia de la elaboración del material plastificado para su duración.</p>
<p>Participantes de la sesión</p>	<p>Docentes y niños entre 6 y 7 años de edad</p>
<p>Observaciones</p>	<p>Las actividades de las guías didácticas por grado son para realizar con los niños. Lo ideal es sacar una copia de cada guía didáctica para cada docente. De lo contrario, entregar a cada docente la guía que le corresponde según el curso que enseña.</p> <p>En el marco del Aprendizaje Cooperativo es importante reforzar las habilidades sociales, las cuales permitirán al grupo trabajar mejor para alcanzar las metas de manera eficiente. Es tarea del Facilitador observar el comportamiento de los diferentes grupos, identificar y reconocer aquellas habilidades en las que se está haciendo énfasis.</p> <p>En este protocolo queremos practicar y reforzar una habilidad social: Parfraseo Los juguetes de las actividades se pueden cambiar por materiales del kit o por semillas, tapas, etc</p>

Descripción del desarrollo de las actividades

Momento	OBSERVACIONES	ACTIVIDADES	MATERIALES
Inicio	Se inicia la actividad con un cuento que relaciona la temática a desarrollar en la mañana de clase. La idea es motivar a los niños en el proceso de enseñanza aprendizaje.	<p>1. Saludo El docente Inicia el cuento incluyendo a los niños en la temática: Ejemplo si es Zoológico, el aula de clase se convierte en un zoológico.</p> <p>La idea es tratar de reforzar las habilidades sociales desde el trabajo cooperativo, que les permita compartir, escuchar, respetar la opinión del otro, permanecer en grupo y construir en equipo.</p>	Caritas felices Distintivos de capitán, oficial de puente, piloto, oficial de comunicaciones
Desarrollar actividad de la fabrica	<p>A medida que se trabaje un proyecto nuevo, este insumo sirve para enriquecer el kit matemático, utilizándolo como fichas de conteo. Es importante tener en cuenta que estas fichas de conteo deben plastificarse con papel contac para garantizar su duración.</p> <p>Las actividades se pueden contextualizar de muchas maneras. En esta situación se ha tomado como contar y organizar animales. Pero se puede contextualizar a cualquier situación objeto de estudio e interés. Otras situaciones podrían ser la fábrica, el mundial de futbol, viajando por Colombia, los seres vivos, mis útiles escolares etc. Los cuales ofrecen variedad de fichas que pueden ser utilizados como material concreto en la resolución de problemas sencillos que involucren habilidades de conteo, agrupación, des agrupación, identificación, ordenación, seriación, clasificación, correspondencia, comparación.</p> <p>Es importante resaltar que se debe prestar mucha atención a los procesos del niño; por eso se recomienda aprovechar al máximo el material concreto presentado en este kit.</p> <p>El proceso debe iniciar con el conteo y apropiación significativa de este, iniciando con las unidades.</p> <p>Cuando esta meta de aprendizaje se evidencie significativamente en el niño, se inicia con las agrupaciones hasta diferenciar unidades de las decenas y luego las centenas. Todo esto siempre desde un contexto de situaciones problema</p>	<p>La actividad inicia exponiendo una situación problema. Los niños deben organizar, clasificar y contar los animales.</p> <p>Para esto se organizan en grupos y se entrega una material y se dan las instrucciones.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Organizar los animales atendiendo a características dadas. 2. Clasificar los animales según cantidades dadas. 3. Contar y organizar animales según un criterio dado <p>Ejemplo</p> 	<p>Bolsas para empacar, tapas de colores, paquetes de fichas de números, folder perrito RUFFOS, folder moustruo come galletas, folder globos mágicos, folder casita para descomponer., folder valor posicional, vasos desechables, platos de colores, fichas de medios de transporte, fichas de animales, fichas de decenas de puntos colores, decenas de con cuadros, decenas con bus escolar, centeneas con fichas de colores, centenas con cuadrícula</p>
Actividades de enriquecimiento y reflexión		<p>El trabajo con material concreto, del kit de matemáticas como el que esté al alcance de los docentes y los niños, apoya y enriquece mucho la construcción del conteo, del concepto de unidad, decena, centena y desarrolla habilidades del pensamiento lógico matemático. Por lo tanto es recomendable para los docentes un buen estudio del mencionado material para que lo usen en el aula con la mayor frecuencia posible.</p> <p>El kit matemático junto a la guía de aplicación se realizó pensando en la utilidad didáctica de las actividades realizadas y en la importancia de fortalecer procesos desde lo concreto, pictórico y abstracto en niños entre los 5 y 7 años de edad, con el fin de lograr un mejor aprendizaje de los alumnos.</p>	

Proyecto:

La enseñanza de la matemática desde lo concreto, pictórico y abstracto en la primera infancia como factor determinante del desarrollo lógico matemático

Nombre del diseñador(es):

Ana Yuraima Carreño Chacón

Nibia Vargas Carlier

Figura 4. Protocolo de preescolar, para el uso del kit matemático
Fuente: Elaboración propia

Protocolo primero

Contexto	<p>Con el desarrollo de esta guía de aplicación se propone implementar la teoría cognoscitiva de Jean Piaget y Jerome Bruner con el enfoque CPA (concreto, pictórico y abstracto); para lo cual se elaboró este kit de matemáticas, el cual consta de fichas plastificadas con imágenes llamativas para los niños como animales, medios de transporte, niños y niñas, puntos de colores, tapas de colores, paletas, monedas de cartón y folders elaborados en carpetas de cartón plastificados, que pueden ser utilizados como tableros mágicos</p> <p>Esta guía ofrece al docente una orientación sobre el uso del kit matemático como una herramienta de aprendizaje que permite desarrollar en el niño procesos cognitivos de conteo, valor posicional en niños entre 5 y 7 años de edad, y a su vez desarrollar habilidades del pensamiento lógico matemático. Aquí se abordan diversas situaciones problemas que llevan al niño a recrear la situación en el aula.</p> <p>Esta guía debe estar dirigida por el docente y contextualizada al ambiente escolar</p>
Metas de aprendizaje	<ol style="list-style-type: none">1. Ofrecer al docente estrategias que le permitan enseñar la matemática desde lo Concreto Pictórico y Abstracto en resolución de problemas sencillos que involucren las habilidades de conteo, agrupación, des-agrupación, identificación, ordenación, seriación, clasificación, correspondencia, comparación, codificación y decodificación.2. Orientar el uso pedagógico de los folders que contienen el kit matemático y el material concreto como tapas, paletas, fichas etc.3. Comprender la importancia de lo concreto-pictórico y abstracto en la construcción del concepto y en consecuencia el aprendizaje significativo.4. Reconocer que los materiales del kit matemático pueden contextualizarse y adaptarse a diversas situaciones; permitiendo así su uso continuo, desde diversas temáticas de estudio; manteniendo siempre su enfoque de desarrollar habilidades del pensamiento lógico matemático5. Reforzar habilidades sociales en los niños desde el trabajo cooperativo, que les permita compartir, escuchar, respetar la opinión del otro, permanecer en grupo y construir en equipo.

Organización del espacio	Los participantes realizarán las actividades en grupos de trabajo cooperativo, por lo cual es recomendable contar con un espacio organizado para tal fin y espacio suficiente para poderse mover entre las mesas.
Materiales requeridos	<p>Folder monstruos come galletas</p> <p>Folder perrito Rufos</p> <p>Folder Globo Mágico</p> <p>Folder Casita para Descomponer</p> <p>Folder Valor Posicional</p> <p>Los folder se complementan con la utilización de diferente material como: tapas, paletas, fichas de animales, de personas, de medios de transporte, de figuras geométricas, de caritas, galletas, huesos, etc.</p> <p>Observación: a medida que se trabaje un proyecto nuevo, este insumo sirve para enriquecer el kit matemático, utilizándolo como fichas conteo.</p> <p>Se resalta la importancia de la elaboración del material plastificado para su duración.</p>
Participantes de la sesión	Docentes y niños entre 6 y 7 años de edad
Observaciones	<p>Las actividades de las guías didácticas por grado son para realizar con los niños.</p> <p>Lo ideal es sacar una copia de cada guía didáctica para cada docente. De lo contrario, entregar a cada docente la guía que le corresponde según el curso que enseña.</p> <p>En el marco del Aprendizaje Cooperativo es importante reforzar las habilidades sociales, las cuales permitirán al grupo trabajar mejor para alcanzar las metas de manera eficiente.</p> <p>Es tarea del Facilitador observar el comportamiento de los diferentes grupos, identificar y reconocer aquellas habilidades en las que se está haciendo énfasis.</p> <p>En este protocolo queremos practicar y reforzar una habilidad social:</p> <p>Parafraseo</p> <p>Los juguetes de las actividades se pueden cambiar por materiales del kit o por semillas, tapas, etc</p>

Descripción del desarrollo de las actividades

MOMENTO	OBSERVACIONES	ACTIVIDADES	MATERIALES
Inicio	<p>En el momento de conformar los grupos se puede utilizar cualquier temática, dependiendo el interés de los niños, o de la temática que se esté trabajando en ese momento, Ejemplo: Cada equipo puede ser en lugar del barco, un avión con roles de sus tripulantes; o un equipo de fútbol con su director técnico y jugadores etc. La idea es permitirle al niño que vea su grupo de trabajo, como un equipo que funciona de acuerdo al desempeño de sus roles. Esto les permite desenvolverse en una fantasía con retos para llegar a una meta</p>	<p>El docente organiza los niños en grupos de 4 integrantes, distribuyendo roles u oficios a cada uno así: Se visualizará el grupo como si fuera un barco pirata; para esto cada integrante cumplirá unos roles y normas, evitando así que el barco se hunda</p> <p>CAPITAN: encargado de dirigir su grupo, ayudando que se mantenga el orden y la disciplina</p> <p>OFICIAL DE PUENTE: encargado de ayudar al capitán, estar atento que todos los integrantes del grupo trabajen en armonía</p> <p>PILOTO: Está pendiente que el grupo termine a tiempo las actividades orientadas</p> <p>OFICIAL DE COMUNICACIONES: Encargado de recibir y repartir los materiales de trabajo a su grupo. Igualmente estará pendiente del buen trato que se haga de este.</p> <p>Cada barco tendrá un nombre específico y será motivado con una carita feliz a medida que su comportamiento así lo amerite.</p> <p>La idea es tratar de reforzar las habilidades sociales desde el trabajo cooperativo, que les permita compartir, escuchar, respetar la opinión del otro, permanecer en grupo y construir en equipo.</p>	<p>Caritas felices</p> <p>Distintivos de capitán, oficial de puente, piloto, oficial de comunicaciones</p>
Desarrollar actividad de la fabrica	<p>A medida que se trabaje un proyecto nuevo, este insumo sirve para enriquecer el kit matemático, utilizándolo como fichas de conteo.</p> <p>Es importante tener en cuenta que estas fichas de conteo deben plastificarse con papel contac para garantizar su duración.</p> <p>Las actividades se pueden contextualizar de muchas maneras. En esta situación se ha tomado como la actividad de empacar y contar para una fábrica. Pero se puede contextualizar a cualquier situación objeto de estudio e interés. Otras situaciones podrían ser el zoológico, el mundial de fútbol, viajando por Colombia, los seres vivos, mis útiles escolares etc. Los cuales ofrecen variedad de fichas que pueden ser utilizados como material concreto en la resolución de problemas sencillos que involucren habilidades de conteo, agrupación, des agrupación, identificación, ordenación, seriación, clasificación, correspondencia, comparación.</p> <p>Es importante resaltar que se debe prestar mucha atención a los procesos del niño; por eso se recomienda aprovechar al máximo el material concreto presentado en este kit.</p> <p>El proceso debe iniciar con el conteo y apropiación significativa de este, iniciando con las unidades.</p> <p>Cuando esta meta de aprendizaje se evidencie significativamente en el niño, se inicia con las agrupaciones hasta diferenciar unidades de las decenas y luego las centenas. Todo esto siempre desde un contexto de situaciones problema</p>	<p>Se contextualiza la situación problema al ambiente de interés que gira en torno a la situación de la conformación de los grupos. Recordemos que cada grupo en este caso será un barco pirata.</p> <p>Cada barco tendrá el reto de clasificar, contar, organizar y empacar tapas recicladas que fueron encontradas en el mar por los piratas para organizar una fábrica de reciclaje.</p> <p>Deben tener en cuenta las siguientes condiciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clasificar las tapas por colores 2. Realizar el conteo de las mismas 3. Analizar en cada barco ¿cuántos hay? 4. Comparar entre todos los barcos; ¿en dónde hay más?, ¿en dónde hay menos?, ¿cuántos hacen falta para tener la misma cantidad?, ¿cuántos le sobran? 5. Agrupar de 2 en 2 y hacer conteo 6. Agrupar de 3 en 3 y hacer conteo 7. Agrupar de 4 en 4 y hacer conteo 8. Agrupar de 5 en 5 y hacer conteo 9. Formar grupos de 10 y empacar en cada bolsa. Ni una más, ni una menos 10. Realiza conteo ascendente y descendente hasta 10 agregando de uno en uno y quitando de uno en uno 11. Los paquetes deben estar organizados con 10 tapas del mismo color 12. Analizar en equipo sobre qué nombre le podremos colocar a cada paquete formado por 10 tapas? ¿Cuántas tapas quedaron por fuera de los paquetes? ¿Por qué? ¿Qué nombre le podremos colocar a las tapas que quedaron sueltas, por fuera de los paquetes? ¿Por qué no se pueden empacar esas tapas? 13. Con ayuda del folder GLOBO MAGICO ayuda a los piratas a colocar las tapas que no se pudieron empacar en el globo de las unidades, cuenta y escribe cuantas unidades de tapas hay. ¿Qué sucede si le damos una tapa al oficial de puente? ¿Quedan más o quedan menos? ¿Cuántas quedan? ¿Y si quitamos otra cuanto queda? Así sucesivamente hasta llegar a cero y luego se agregan de una en una hasta colocar todas las unidades nuevamente 14. Con el mismo folder ayuda a los piratas a colocar un paquete de 10 tapas en las decenas. ¿Por qué no podemos colocarlo en el globo de las unidades? ¿si tengo un paquete de 10 en las decenas y 5 tapas en las unidades, cuenta la cantidad de tapas que tendría ahora el pirata? En el paquete de números, encontraras fichas con números del 0 al 9. Selecciona la ficha del número que corresponda(se pueden hacer muchas situaciones similares a esta, trabajando inicialmente sólo con 1 decena) y las unidades si pueden variar 15. Con el folder CASITA PARA DESCOMPONER ayuda a los piratas a descubrir muchas maneras de formar cantidades con las tapas. Primero se inicia con material concreto, luego con las fichas de número y finalmente escribiéndolos con marcador borrable en el folder. <p>Ejemplo</p> 	<p>Bolsas para empacar, tapas de colores, paquete con fichas de números. folder Perrito Ruffos, folder monstruo come galletas, folder globos mágicos, folder casita para descomponer, folder valor posicional, vasos desechables, platos de colores desechables, paletas de colores, fichas de medios de transporte, fichas de animales, fichas de decenas con puntos de colores, decenas con bus escolar, centenas con fichas de colores, centenas con cuadrículas</p>

<p>Actividades de enriquecimiento y reflexión</p>		<p>El trabajo con material concreto del kit de matemáticas, como el que esté al alcance de los docentes y los niños, apoya y enriquece mucho la construcción del conteo, del concepto de unidad, decena, centena y desarrolla habilidades del pensamiento lógico matemático. Por lo tanto es recomendable para los docentes un buen estudio del mencionado material para que lo usen en el aula con la mayor frecuencia posible.</p> <p>El kit matemático junto a la guía de aplicación se realizó pensando en la utilidad didáctica de las actividades realizadas y en la importancia de fortalecer procesos desde lo concreto, pictórico y abstracto en niños entre los 5 y 7 años de edad, con el fin de lograr un mejor aprendizaje de los alumnos.</p>	
--	--	---	--

Figura 5. Protocolo de primero, para el uso del kit matemático
Fuente: Elaboración propia

Etapas 3. Aplicación de las estrategias didácticas. Para llevar el registro de los avances obtenidos fue necesario la implementación de rejillas de valoración para determinar los avances de los niños:

Resultados de la rejilla de valoración de Preescolar:

- a) En el primer trimestre 1 niño realiza conteo de diferentes objetos atendiendo a un orden secuencial del número y en el 3 trimestre 5 niños realizan el conteo.
- b) En el primer trimestre 2 niños determina cuántos objetos conforman una colección a partir de: la percepción global, la enumeración y la correspondencia uno a uno y en el 3 trimestre 5 niños determina cuántos objetos conforman una colección a partir de: la percepción global, la enumeración y la correspondencia uno a uno.
- c) En el primer trimestre 2 niños comparan colecciones de objetos y determina: ¿cuántos hay?, ¿en dónde hay más?, ¿en dónde hay menos?, ¿cuántos hacen falta para tener la misma cantidad?, ¿cuántos le sobran?, entre otras y en el tercer trimestre los 5 niños lo logran.

d) En el primer trimestre 2 niños comprende situaciones que implican agregar y quitar, y propone procedimientos basados en la manipulación de objetos concretos o representaciones gráficas y en el tercer trimestre los 5 niños logran el desempeño.

A continuación, los resultados de los niños de primero de primaria:

Conteo: En el primer trimestre 2 niños realizan conteo haciendo corresponder un solo número con solo un objeto de la colección contada. Si se le pide que diga cuanto hay, al terminar de contar, expresa correctamente el resultado. En el tercer trimestre 5 niños alcanzaron este desempeño.



Figura 6. Conteo ascendente y descendente
Fuente: Colegio Santa Teresita (2017)

En el primer trimestre 1 niño es capaz de comparar colecciones de objetos y determina: ¿cuántos hay?, ¿en dónde hay más?, ¿en dónde hay menos?, ¿cuántos hacen falta para tener la misma cantidad?, ¿cuántos le sobran? Y realiza conteo ascendente y descendente. Y en el tercer trimestre los 5 niños logran el desempeño.

En el primer trimestre 1 niño es capaz de realizar conteos (de uno en uno, de dos en dos, de cinco en cinco etc.) iniciando en cualquier número. Y en el tercer trimestre los 5 niños logran el desempeño.

Valor posicional: El niño cuenta y agrupa diez unidades reconociéndolas como una decena realiza composiciones y descomposiciones de números de dos dígitos, indicando unidades y decenas. Ejemplo: 34 como 3 grupos de 10 con 4 unidades sobrantes o 34 como 3 decenas con 4 unidades, y también 34 unidades

Discusión de resultados:

Con el desarrollo de esta investigación se logra implementar diferentes estrategias didácticas desde lo concreto, pictórico y abstracto, que permiten desarrollar habilidades de aprendizajes matemáticos en los grados de preescolar y primero, dentro de un ambiente cooperativo y lúdico, respetando la lógica y ayudando a desarrollar un pensamiento que le permita al niño acceder a la comprensión significativa de los sistemas conceptuales básicos de la matemática. (Piaget J. , 1963) Ya que los niños de preescolar fueron capaces de realizar conteo, clasificación, seriación, y a partir de allí, llegaron a la simbolización del número sin necesidad de exigir la imposición del trazo como una actividad de clase repetitiva y mecánica (planas del número).

En cuanto al concepto de número y valor posicional con los niños de primero, fue necesario retomar las actividades enfocadas para preescolar; teniendo en cuenta que después de realizar la prueba diagnóstica en este grado el 30% de los niños no manejaban conteo, lo cual es una base fundamental en los procesos matemáticos. Después de superar la fase de conteo, los niños resolvieron con mayor facilidad las actividades de resolución de problemas enfocadas en el valor posicional. Fue necesario encontrar la manera más sencilla, práctica y lúdica de lograr que el niño descubriera el valor de la decena en un número de dos cifras y lo representara sólo con material concreto, sin utilizar la escritura del número. Es decir, para ellos era muy difícil comprender que en el número 25, el 2 son dos decenas, aunque lo ubicaban en la tabla de valor posicional; no podían representarlo ni explicarlo con material concreto; porque al sugerirle que representara el mismo número expresado “dos decenas y cinco unidades”, se evidenció gran dificultad para hacerlo. A partir de esta situación se realizó un folder que le permitió al niño ubicar las decenas y ubicar las unidades diferenciadas por su posición y cantidad; pero en esta oportunidad el niño debía jugar a la fábrica, donde le correspondía empacar tapas de colores en bolsitas transparentes y ubicarlas en las decenas para ayudarlo a visualizar la cantidad del 10; así cuando tuviese que ubicar dos decenas, el niño colocaría 2 bolsitas de 10, y en las unidades las tapas se ubicarían sueltas según la cantidad. Esta actividad permitió aclarar las dudas sobre el valor de la decena, para luego llegar a remplazar cada bolsita de 10 por 1 tapa que representaría 1 decena.

El material manipulativo es necesario en la enseñanza de las matemáticas en las primeras edades, porque los niños necesitan manipular y explorar todo lo que capta su interés, lo cual ejerce una función motivadora del aprendizaje, (Montessori, 1870-1952) que le permite crear situaciones interesantes, donde el niño y la niña se sientan sujetos activos y en consecuencia facilita la comprensión de los conceptos abstractos, lo que a futuro nos servirá para mejorar el proceso de aprendizaje de esta área en los cursos superiores. (Martínez,S y Arellano,Y, 2011)

El aprendizaje de las matemáticas es más efectivo cuando el alumno está motivado, por ello resulta fundamental que las actividades despierten su curiosidad y corresponda, teniendo en cuenta la relación con experiencias de su vida cotidiana para el éxito (Méndez, 2008, pág.15).

En este sentido la utilidad metodológica radicó en ofrecer a los docentes, un apoyo a la forma en como actualmente se enseña la matemática, permitiendo mejorar significativamente el proceso de aprendizaje, y para esto fue diseñado el kit matemático con material concreto como fichas plastificadas con figuras de animales, medios de transporte, personajes, niños, niñas, puntos de colores, barras de unidades, barras de decenas y centenas, láminas de cartón, y animales laminadas, paletas de colores, pepas, tapas, folder de diferentes modelos laminados que permiten la manipulación. Por otra parte, el éxito del kit matemático se debe al diseño e implementación del protocolo que orienta el uso adecuado de los folders con materiales concreto, entendiendo que se puede contextualizar y adaptar a diversas situaciones y temáticas de estudio, manteniendo siempre el enfoque de desarrollar habilidades del pensamiento lógico matemático.

También se debe tener en cuenta que este trabajo de investigación reforzó habilidades sociales en los niños desde el trabajo cooperativo, que les permitió compartir, escuchar, respetar la opinión del otro, permanecer en grupo y construir en equipo.

Para finalizar se plantea la necesidad de modificar la didáctica en la enseñanza de los contenidos matemáticos abordados en preescolar y primero, con el propósito de que el aula sea un laboratorio matemático que permita a través de la manipulación de diferente material la construcción de un aprendizaje encaminado hacia el desarrollo del pensamiento lógico matemático. Que sean los niños con felicidad, entusiasmo y confianza los que constru-

yan el concepto. Según Piaget es el niño quien construye en su mente a través de las relaciones con los objetos.

Para finalizar planteemos la necesidad de crear o modificar los contenidos matemáticos abordados en el preescolar, con el propósito de que el aula sea un laboratorio matemático que permita a través de la manipulación de diferente material la construcción de una matemática encaminada hacia el desarrollo del pensamiento lógico matemático. Que sean los niños con felicidad, entusiasmo y confianza los que construyan el concepto.

A partir de lo planteado, se pueden iniciar otras líneas de investigación desde lo concreto, pictórico y abstracto como la creación y desarrollo de sistemas semióticos nuevos que integren las TIC como progreso del conocimiento, además la relación entre las matemáticas y la semiótica como estrategia que permitan mejorar la comprensión lectora y fortalecer las habilidades del pensamiento crítico. (Bruno D' Amore y Martha Isabel Fandiño y Maura Lori, 2013), (Radford, 2005)

Conclusiones

La investigación realizada permite las siguientes conclusiones:

Existe una clara necesidad de integrar al pensum de matemáticas, el uso de material concreto, de esta forma, se transformará la visión tradicionalista del proceso de enseñanza de esta área del conocimiento. Por ello, es importante integrar opciones que a nivel global han demostrado ser exitosos, como el método de Singapur. (Klein., 2015) (Mira, 1995)

Es así, como el método Singapur se convierte en una oportunidad para los estudiantes de primaria del colegio Santa Teresita en Arauca, gracias a que el método cuenta con una metodología que permite el desarrollo del pensamiento abstracto y la conexión con el lenguaje propio de las matemáticas.

Lo anterior, se fundamenta en la problemática evidenciada que reflejó una situación de atraso en el área y que permite la oportunidad de cuestionar la forma como se están llevando a cabo los procesos de aprendizaje a los estudiantes del colegio. Aspecto, que se fundamenta con la situación de los docentes, frente a la innovación de la habitual forma de educar. (Lupiáñez)

Por eso, la propuesta del Kit Matemático no solamente resulta acertada, sino que constituye una oportunidad para mejorar a futuro las pruebas SABER e inclusive replicar el modelo para otras instituciones del municipio de Arauca.

De esta forma, el conteo y el valor posicional van a hacer de fácil entendimiento para los estudiantes y los docentes van a contar con una forma diferente de educar, en donde, lograrán optimizar el proceso de enseñanza en sus estudiantes.

Agradecimientos

Reconocimientos a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con aportes valiosos en la construcción de la tesis.

Agradecimiento al Ministerio de Educación y la Universidad Nacional por la gran oportunidad de realizar la maestría en Enseñanza de Las Ciencias Exactas y Naturales, a los docentes Oscar Checa Y Neil Guerrero por sus valiosos aportes y orientaciones.

Gracias a La Institución Educativa Santa Teresita por permitir entrar a las aulas y dar la oportunidad de hacer investigación.

Referencias:

Angulo, G. C. (2016). Propuesta de implementación del metodo Singapur para enseñar las matematicas en niños de segundo de primaria en el Gimnasio los Arrayanes. Cundinamarca.

Arias, C. (2013). Apertura al pensamiento lógico matemático en el nivel preescolar. Manizales: Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Bruner, J. (16 de noviembre de 2014). Descubra la metodología de enseñanza en Singapur. Obtenido de <http://mbaamericaeconomia.com/articulos/reportajes/descubra-la-metodologia-de-ensenanza-de-singapur>

Bruno D' Amore y Martha Isabel Fandiño y Maura Lori. (2013). La semiótica en la didáctica de la Matemática. Bogotá: Magisterio.

Calderon, L. (2014). Percepciones de los y las docentes del primer ciclo básico sobre la implementación del Método Singapur en el colegio Mario Bertero Cevalos. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Colombia, M. d. (2014). Ciudadanos Matemáticamente Competentes . Bogotá: MinEduca-
ción.

Descubra la metodología de enseñanza en Singapur. (16 de Noviembre de 2014). Obtenido de <http://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/descubra-la-metodologia-de-ensenanza-de-singapur>

Diana, B. (s.f.). Aprendiendo Matemáticas . Obtenido de <https://aprendiendomatematicas.com/el-abaco-i/>

Dinero. (09 de Septiembre de 2016). ¿ Qué puede aprender Colombia del modelo educativo de Singapur? Obtenido de www.dinero.com

Excelsior. (21 de Julio de 2016). El modelo educativo que volvió a Singapur un país ejemplar. Obtenido de www.excelsior.com

González, L. (2014). Materiales y recursos didácticos en el aula de matemáticas. España: Universidad Pública de Navarra - Facultad de Ciencias Humanas y Sociales.

Grouws, D y Cebulla, K. (2006). Mejoramiento del desempeño en matemáticas. México: UNESCO.

Guzmán, R. (1988). Registro de representación, el aprendizaje de nociones relativas a funciones . Relima.

Hernández S, Fernández C y Baptista L. (2010). Metodología de la Investigación (5 ed.). México: Mc Graw Hill.

Hernández, S, Fernández, C y Baptista, L. (2010). Metodología de la Investigación (5 ed.). Cánada: McGraw Hill.

Ibarra, M. (2016). Propuesta metodológica para la enseñanza de la división a través de material concreto multifuncional y TIC en el grado cuarto de la Institución Educativa Josefa Campos . Colombia: Univeridad de Medellín - Maestría en enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

ICFES Pruebas Saber 3°, 5°, 7° y 9°. (2018). Institución Educativa Santa Teresita. Arauca: ICFES.

Jiménez, Y. (2016). Proyecto de aula para fortalecer el pensamiento numérico a través de la utilización de material manipulativo en los niños de preescolar de la IEVS Sede Fidel Antonio Saldarriaga. Medellín: Universidad Nacional de Colombia - Maestía en enseñanza de las ciencias exactas y nturales.

Klein., C. F. (2015). Programa de formacion y asesoria al Ministerio de Educacion nacional en torno al Metodo Singapur. Obtenido de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-356965_formacion_presencial.pdf

Lupiáñez, L. (s.f.). La Educación Matemática en España,. D,F Paidea sigloXXI.

Malaver, S. (2011). La Psicología aplicada al aprendizaje de las matemáticas . Obtenido de <http://investigamos.co/matematicas/docs/1030561816.pdf>

Martinez,S y Arellano,Y. (2011). Representaciones sociales que del Aprendizaje de las matematicas tienen estudiantes del nivel medio superior. Obtenido de www.scielo.orghttp://www.scielo.org.mx/pdf/sine/n36/n36a1.pdf

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2014). Foro educativ nacional 2014: Ciudadanos matemáticamente competentes. Bogotá, D.C: MinEducación.

Maria, M. R. (1995). Matemática "viva" en el parvulario. España: ceac.

Montessori, M. (1870-1952). Aprendiendo Matemáticas . Obtenido de <https://aprendiendomatematicas.com/ambientes-preparados/>

Mora, N. (2010). El método etnográfico: origen y fundamentos de una aproximación multi-técnica. Forum: Qualitative Social Research, 11(2), 1 - 31.

Muñiz, M. (2003). Estudio de caso en la investigación cualitativa. Obtenido de http://www.psico.edu.uy/sites/default/files/cursos/1_estudios-de-caso-en-la-investigacion-cualitativa.pdf

Muñoz, M. (2014). Los materiales en el aprendizaje de las matemáticas. Universidad de la Rioja - Facultad de Letras y de la Educación.

Nacional, M. d. (2016). Matriz de Referencias Matemáticas. Obtenido de www.colombiaaprende.edu.co

Naranjo, Y. (20 de mayo de 2015). Materiales y recursos en la enseñanza del valor posicional. Obtenido de <https://compartirpalabramaestra.org/matematicas/materiales-y-recursos-en-la-ensenanza-del-valor-posicional>

Naranjo, Y. (20 de mayo de 2015). Materiales y recursos en la enseñanza del valor posicional. Obtenido de <https://compartirpalabramaestra.org/matematicas/materiales-y-recursos-en-la-ensenanza-del-valor-posicional>

Orozco, B. (2017). Optimización del método Singapur usando TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas de primer grado. Barranquilla: Universidad del Nore - Maestría en Educación con énfasis en matemáticas.

Orozco, B. (2017). Optimización del método Singapur usando TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en primer grado. Barranquilla: Universidad del Norte.

Piaget, J. (1963). La enseñanza de las matemáticas.

Piaget, J. (1963). Tratado de lógica y conocimiento Científico. Buenos Aires : Paidós.

Radford, L. (2005). Semiotica y Educación Matemática. *Relime*, 7-21.

Scarlett, B. y. (2014). *Teorías constructivistas del Aprendizaje*. Santiago de Chile: Universidad Académica.

Valenzuela, M. (2012). *Uso de materiales didácticos manipulativos para la enseñanza y aprendizaje de la geometría. Un estudio sobre algunos colegios de Chile*. . España: Universidad de Granada - Departament de didáctica de la matemática.

Velasco, E. (2012). *Uso de material estructurado como herramienta didáctica para el aprendizaje de las matemáticas*. Valladolid: Universidad de Valladolid - Facultad de Educación.

Zúñiga, G. (2013). *Metodología Singapur: El caso del método del modelo de barras. Una mirada Socioepistemológica*. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Magíster en didáctica de las matemáticas.