

# Experiencias innovadoras en la educación y gestión del talento humano:

## Retos para la educación del futuro

Editorial  
**Corporación  
CIMTED**

Adriana Maria Ocampo Chalarca - Adris Diaz Fernandez -  
Andrea Avila Zamora - Angel Salazar - Aura Sofia Merlano -  
Carolina Soto Carrion - Eduardo Cabrera Cordoba - Feibert Alirio Guzman

Issabeau Alvarez - Jose David Sanchez - Gustavo Adolfo Rubio Rodriguez -  
Lina Maya Toro - Maria Amparo Oliveros

Nancy Dalida Martinez - Natalia Murillo -

Mario Heimer Florez - Nelson Mora  
Oscar Arbieta Mamani - Patricia Luz A. Rosas

Rosmery Sabina Pozo - Wilber Jimenez Mendoza

Alejandro Mungaray Moctezuma

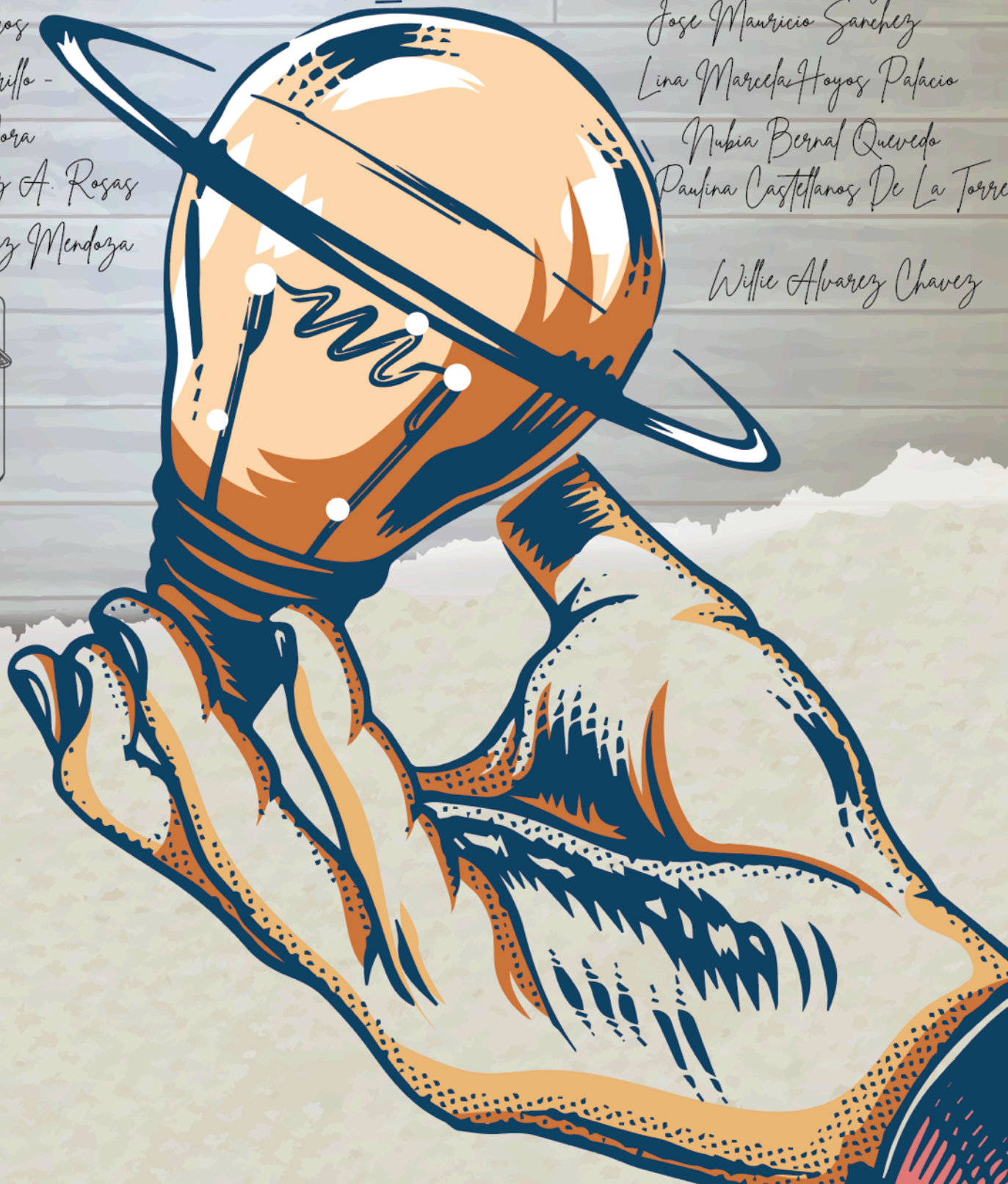
Bryan Joaquin Arrieta Nunez -  
Freddy Rafael Perez - Guillermo Leon Zuleta

Jose Obdulio Curvelo - Lidia Esther Vargas Osuna -  
Jose Mauricio Sanchez

Lina Marcela Hoyos Palacio

Nubia Bernal Quevedo  
Paulina Castellanos De La Torre

Wilkie Alvarez Chavez



ISBN: 978-958-52097-1-8

Primera edición  
Editado en Colombia ©  
2019



# PÁGINA LEGAL

---

**Título de la obra:** Experiencias innovadoras en la educación y gestión del talento humano: retos para la educación del futuro

**ISBN:**978-958-52097-1-8

**Materia:** Investigación

**Tipo de Contenido:** Libros universitarios

**Colección:** CIFCOM

**Serie:** Investigación

**Público objetivo:** Enseñanza universitaria o superior

**Idioma:** Español

**Editor:** Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo CIMTED

**Edición:** primera

**Sello editorial:** Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo (978-958-52097)

**Tipo de soporte:** Digital descargable

**Formato:** Pdf/A (.pdf)

**Tipo de contenido:** Texto (legible a simple vista)

**Depósito digital:**



## **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.

## **Comité Académico y Científico:**

- Phd. Sergio Tobón
- Phd. Reynier Israel Ramírez Molina
- Phd. Helmer Muñoz Hernández
- Phd. Andrés de Andrés Mosquera
- Mg. Roger Loaiza Alvarez
- Dra. Vivian Aurelia Minnaard
- Dra. María Lorena Serna Antelo
- Dra. Judith Francisco Pérez
- Dra. Carolina Soto Carrión
- Dr. Martín Gabriel De Los Heros Rondenil
- Dr. Javier Darío Canabal Guzmán
- Dr. Francisco Javier Maldonado Virgen
- Dr. Francisco Jaime Arroyo Rodríguez
- Dr. Álvaro Hernán Galvis Panqueva
- Dr. Alex William Slater Morales
- Dr. Alejandro Valencia Arias

## **Comité evaluador:**

- Andrés de Andrés Mosquera
- Carmen Elizabeth Camacho Ortiz
- Carolina soto
- David Blanco
- Elsa Margarita Echeverria Olivares
- Javier Andres Vasgas Guativa
- Jesús Raúl Lugo Martínez
- Jorge Humberto Contreras Castro
- Luis Carlos Araya
- Luis Fernando Calvo Prieto
- Luisa María Jimenez Ramos
- Martha Yolanda Díaz Sánchez
- Mery del Carmen Jessica Lois Cecilia
- Reynier Israel Ramírez Molina
- Silvia del Pilar Echeverria Marquezado
- Susana Juanto

## **Autores:**

Alvarez Chávez, Willie - Álvarez Grijalba, Issabeau - Arbieto Mamani, Oscar - Arrieta Nuñez, Bryan Joaquín - Ávila Zamora, Andrea - Bernal Quevedo, Nubia - Castellanos De La Torre, Paulina - Curvelo Hassán, José Obdulio - Díaz Fernández, Adris - Flórez Guzmán, Mario Heimer - Guzmán Pérez, Feibert Alirio - Hoyos Palacio, Lina Marcela - Jiménez Mendoza, Wilber - Martínez Barragán, Nancy Dalida - Maya Toro, Lina María - Merlano, Aura Sofía - Mora, Nelson - Mungaray Moctezuma, Alejandro -



Murillo Quirós, Natalia - Ocampo Chalarca, Adriana María - Oliveros Ruiz, Maria Amparo - Pérez, Freddy Rafael - Pozo Enciso, Rosmery Sabina - Rosas Mendez, Patricia Luz A. - Rubio Rodríguez, Gustavo Adolfo - Salazar, Ángel - Sánchez Reales, José David - Sánchez Reales, José Mauricio - Soto Carrión, Carolina - Vagas Osuna, Eduardo Cabrera Córdoba - Vagas Osuna, Lidia Esther - Zuleta Salas, Guillermo León

**Editor:** Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo. Corporación CIMTED Nit:811043398-0 [editorialcimted@gmail.com](mailto:editorialcimted@gmail.com)

**Cuidado de la Edición:** Juliana Escobar Gómez Carrera 20 # 5 – 02 Código postal 055017 La Ceja, Antioquia – Colombia [www.cimted.org](http://www.cimted.org) [www.memoriascimted.com](http://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. Más informes [editorialcimted@gmail.com](mailto:editorialcimted@gmail.com), y con los respectivos autores, cuyas direcciones aparecen al inicio de cada capítulo.

Publicación electrónica editada en Colombia.

Editado en La ceja, Antioquia – Colombia Editor: Corporación Cimted© 2019

# TABLA DE CONTENIDO

Página legal	i
Tabla de contenido	v
Presentación	vii
<b>Capítulo 1: Cruzando límites: La creatividad como componente activo de la Educación Superior y de la Empleabilidad</b>	<b>8</b>
Por: Adris Díaz Fernández (México)	
<b>Capítulo 2: Gestión del conocimiento: Escenario de la importancia biopolítica de una educación en bioética</b>	<b>32</b>
Por: Adriana María Ocampo Chalarca, Guillermo León Zuleta Salas (Colombia)	
<b>Capítulo 3: Los Laboratorios virtuales en el contexto de las mega tendencias de la educación contemporánea</b>	<b>78</b>
Por: Mario Heimer Flórez Guzmán, José Obdulio Curbelo Hassán, Gustavo Adolfo Rubio Rodríguez, Lina María Maya Toro, Feibert Alirio Guzmán Pérez, Nubia Bernal Quevedo. (Colombia)	
<b>Capítulo 4: Evaluación del aprendizaje y calidad educativa en entornos virtuales</b>	<b>101</b>
Por: Nancy Dalida Martínez Barragan (Colombia)	
<b>Capítulo 5: Comunicación Interna y Clima Laboral en la Educación Superior Universitaria de Apurímac, Caso: Universidad Nacional Micaela Bastidas</b>	<b>144</b>
Por: Wilber Jiménez Mendoza, Carolina Soto Carrión, Oscar Arbieto Mamani, Willie Álvarez Chávez, Rosmery Sabina Pozo Enciso (Perú)	
<b>Capítulo 6: Factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información</b>	<b>169</b>
Por: José David Sánchez Reales, José Mauricio Sánchez Reales, Bryan Joaquin Arrieta Nuñez (Colombia)	

**Capítulo 7: Aprovechamiento de la luz natural en espacios educativos basados en el aprendizaje activo.**

196

Por: Andrea Ávila Zamora, Natalia Murillo-Quirós, Issabeau Álvarez Grijalba (Costa Rica)

**Capítulo 8: Implementación de Unidad didáctica STEAM para estudiantes de ingeniería (un estudio de caso)**

217

Por: Maria Amparo Oliveros Ruiz, Lidia Esther Vargas Osuna, Alejandro Mungaray Moctezuma, Patricia Luz A. Rosas Méndez, Castellanos De La Torre Paulina (México)

**Capítulo 9: Desarrollo de un nanomaterial para descontaminación de aguas: Un caso de enfoque STEM en formación avanzada**

232

Por: Nelson Escobar, Aura Sofía Merlano, Ángel Salazar, Fredy R. Pérez, Lina Marcela Hoyos Palacio



# PRESENTACIÓN

El uso de las nuevas tecnologías dinamiza, sin lugar a dudas, la prospectiva en la educación para cerrar más la brecha tecnológica que nos separa de los países desarrollados y, por tanto, mejorar la eficiencia y la productividad de las organizaciones, bien sean productivas como educativas. A partir de la innovación abierta de la sociedad de la información, o de tercera ola, el “continuum tecnológico” es irreversible por el avance acelerado del conocimiento. Es muy particular, en esta década que termina, el desarrollo de las profesiones y la creación de nuevas con aplicación en el ámbito profesional y laboral de la sociedad del conocimiento.

Con el avance de las telecomunicaciones, el fenómeno de la globalización es un hecho que no se puede negar; como contexto general se impone en todos los ámbitos de la sociedad, y el educativo no es la excepción. La presente ola, la de la sociedad de conocimiento, no admite fronteras; con la apertura de la conectividad digital se eliminaron muros económicos y culturales. Se hace necesario trascender los actuales modelos pedagógicos a una determinada aplicación tecnológica en los nuevos ambientes de aprendizaje, por ello la formación del talento humano en la sociedad del conocimiento es una estrategia generadora de acuerdos y compromisos entre el gestor de procesos de formación y entrenamiento, del sujeto con su entorno, para que se logre un propósito común y tengan una estrecha relación con las competencias laborales y profesionales que inciten al aprendizaje, mediante la solución de problemas de su contexto. Esto es viable si existe pertinencia de los currículos con la sociedad del conocimiento, que facilite una mayor sistematicidad en los procesos de gestión del talento humano en los centros de formación con la visión de la empresa, o del sector de servicios, que espera a sus profesionistas.

La Corporación CIMTED, dentro de sus actividades de inclusión por medio de las TICs, tiene como propósito la socialización del conocimiento que a diario genera instituciones educativas, académicos e investigadores de América Latina y el Caribe, por medio de nuestros eventos científicos que reúnen cada año más de 360

experiencias significativas en temas de educación, tecnología, ingeniería y STEM, seleccionados por un comité académico con expertos de siete países para ser presentados en nuestros congresos y evaluados por más 60 pares ciegos, para ser publicados en nuestras memorias; también en libros de investigación o publicaciones indexadas.

La Editorial CIMTED me ha dado el honor de presentar el libro de investigación “Experiencias Innovadoras en la educación y gestión del talento humano: Retos para la educación del futuro”, cuyo contenido, luego de su análisis, lo encuentro pertinente con el tema en razón de sus artículos que muestran experiencias significativas en gestión del conocimiento innovador. Lo invito, estimado lector, que como investigador derive mas frutos en su labor investigativa y de difusión, para que la calidad de la docencia sea enriquecida con nuevos saberes que corran la frontera del conocimiento. Reciba mi saludo cordial,

Magister Roger Loaiza Álvarez

# CAPÍTULO 1

---

## CRUZANDO LÍMITES: LA CREATIVIDAD COMO COMPONENTE ACTIVO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y DE LA EMPLEABILIDAD

*Adris Díaz Fernández*

Universidad de Monterrey

México

### **Sobre la autora:**

**Adris Díaz Fernández:** Maestra e investigadora en la Universidad de Monterrey (UDEM) en la Escuela de Educación y Humanidades, Monterrey, México. Doctora en Artes y Humanidades en Monterrey, México. Especialización: Humanidades y Ciencias de la conducta, Arte / cultura / creatividad y educación. <https://orcid.org/0000-0003-1944-6136>

**Correspondencia:** [adris.diaz@udem.edu](mailto:adris.diaz@udem.edu)



*Crossing limits: Creativity as an active component of Higher Education and Employability.*

**Resumen:**

El tema de la creatividad e innovación ocupa un lugar relevante no solo en el ámbito académico sino también en el profesional. En este mundo global en el que vivimos se necesita cada vez más la urgencia de preparar al alumno de Educación Superior para su inserción laboral dotándolos de competencias, de una manera real y no como una utopía, traducido en la práctica como una mera exposición de tácticas y no como un proceso con visión a largo plazo. El cruzar los límites que hasta ahora existen constituyo un intento para buscar estrategias que edifiquen espacios académicos y que se constituyan acciones para la preparación del alumno para su vida profesional. Basado en una metodología cualitativa con el empleo de la entrevista en profundidad a empleadores y docentes universitarios en Monterrey se buscó comprender los niveles de creatividad de los alumnos, señalándose como factores preocupante el bajo nivel de creatividad e innovación; el poco interés por el trabajo en equipo e interdisciplinario; la pobre iniciativa para la toma de decisiones; el poco provecho del autoaprendizaje. Poniéndose en evidencia la importancia de incentivar la creatividad y la innovación como componentes activos de la Educación Superior y de la empleabilidad.

**Palabras Claves:** Creatividad, Innovación, Educación Superior, Competencias

**Abstract:**

The theme of creativity and innovation occupies a relevant place not only in the academic but also in the professional field. In this global world in which we live, the need to prepare the Higher Education student for their labor insertion is increasingly needed, equipping them with competences, in a real way and not as a utopia, translated in practice as a mere exhibition of tactics and not as a process with long-term vision. Crossing the limits that up to now exist constitute an attempt to look for strategies that build academic spaces and that actions are constituted for the preparation of the student for his professional life. Based on a qualitative methodology with the use of in-depth interviews with employers and university professors in Monterrey, it was sought to understand the levels of creativity of the students, noting as a worrying factor the low level of creativity and innovation; little interest in teamwork and interdisciplinary; the poor initiative for decision making; the

little benefit of self-learning. Showing the importance of encouraging creativity and innovation as active components of Higher Education and employability.

**Keywords:** Creativity, Innovation, Higher Education, Skills and / or skills.

## **Introducción**

La educación no es preparación para la vida, la educación es la vida misma. John Dewey

El hombre actual y las condiciones del mundo que nos rodea, enfatizan precisamente a un cambio emergente en la educación para dar paso a una educación emprendedora, desdibujado en algunos aspectos, pero que impulsa al hombre a sobrevivir y luchar por una vida mejor, a encaminar su vida en aras del insaciable anhelo de avanzar; y en esta encrucijada de sueños, deseos, inquietudes y desasosiego en la que está envuelta la vida contemporánea; son la creatividad y la innovación factores de progreso y enriquecimiento de algo nuevo y original como lo demanda el tiempo actual. Amabile et al. (1996) (citado por Fernández Fernández, I., & Eizagirre Sagardia, A., & Arandia Loroño, M., & Ruiz de Gauna Bahillo, P., & Ezeiza Ramos, A., 2012) definen la creatividad como la producción de ideas novedosas y útiles en cualquier ámbito, mientras que la innovación supone la implementación exitosa de ideas creativas dentro de las organizaciones. Esta visión remarca la idea de que la creatividad de los individuos y equipos es el punto de partida para todo proceso innovador. (p.25) Este es el principal motivo por el que la creatividad se posiciona como una habilidad laboral en alza a lo largo de todo el mundo (Universia Chile, 2018, p. 2).

En la actualidad, el factor descubrimiento-invencción-innovación desempeña un importante papel. Parece conveniente distinguir que la creatividad no es sólo privativa de la creación artística, y que el éxito en la educación, en su transformación de una educación tradicional a una educación emprendedora, es un activo instrumento de transformación, cambio, progreso y adaptabilidad a la nueva realidad. La nueva concepción del mundo y de la sociedad humana merece un enfoque esencialmente nuevo del hombre, con aspiraciones sublimes y amplias posibilidades creadoras, por lo tanto el incentivar una educación emprendedora es necesario para el progreso, siempre y cuando ésta no provenga del divorcio con el pasado sino que se fundan en su utilización y desarrollo consecutivo.

Es en este contexto, en el que la capacidad humana de aprender, crear e innovar adquiere una nueva relevancia social. El aprendizaje se convierte, así, en la clave

principal de la sociedad actual porque se tiene constancia de que una sociedad dispuesta a aprender y hacer frente a los cambios en claves éticas y sostenibles es una sociedad que cuida y desarrolla su capital humano y social (Fernández et al., 2012, p. 26).

No es un secreto para nadie, y ya se ha explicado con detalle en otros estudios (Bauman, 2000; Tobón, S., Rial, S. A., Carretero, D. M.A. & García, F.J.A, 2006; Robinson, 2012, 2013) que existen cambios muy apresurados en el mundo actual, y en este sentido “las organizaciones, del tipo que sean, dicen que necesitan personas que sepan pensar creativamente, comunicar y trabajar en equipo, personas más flexibles y que se adapten con rapidez. Y dicen muy a menudo que no las encuentran” (Robinson, 2012, p. 20). Debemos preguntarnos ¿por qué no la encuentran?, ¿realmente no existen personas creativas?, ¿cuándo dejaron de ser creativas?, ¿tiene la educación alguna incidencia?, podrían aparecer muchas interrogantes al respecto, pero en este momento tan solo nos limitaremos a identificar cómo las empresas y la academia visualizan al egresado y al estudiante respectivamente.

En estos tiempos, la creatividad es un tema muy recurrente, y no es percibido como una moda, como puede suceder, sino como una urgente necesidad e inquietud, asunto que es una preocupación inmediata para las organizaciones y empresas, y en menor medida para la educación. Ante esta disyuntiva, los estudiantes al concluir sus estudios universitarios y enfrentarse a la vida laboral, sienten la necesidad de poseer competencias creativas e innovadoras para enfrentar su nuevo entorno. “En la educación del siglo XXI, es necesario romper las fronteras de lo desconocido y transitar hacia enfoques distintos, que demandan capacidad de adaptación a los cambios del contexto, haciendo uso de la creatividad y la innovación con visión de futuro” (Hernández, Alvarado & luna, 2015, p. 138).

En este sentido, se puede aseverar como bien explica Cabezas (1993) que la creatividad no es, pues, una cuestión puramente académica y teórica, sino sumamente vital y práctica. (p. 23) Esta inquietud se traduce en la tan ineludible necesidad de instituir a las nuevas generaciones con una mayor capacidad de creación e innovación, urgencia que se ha hecho manifiesta a partir del informe “Aprender a Ser. La educación del futuro” presidida por Edgar Faure, presentado a la UNESCO en París en 1972, y aprobado por casi todos los representantes de los sistemas educativos del mundo. La creatividad ha constituido a partir de esta fecha uno de los objetivos cardinales de la educación, de forma tal que ha quedado asentado en algunos decretos y regulaciones de los gobiernos del mundo, como es el caso de México.



En el Programa Sectorial de Educación 2013-2018 se menciona que “La capacidad de innovar es uno de los factores que marca la diferencia en el camino hacia el desarrollo. Si bien los egresados de todos los niveles educativos deben ser creativos y producir soluciones apropiadas para los contextos en los que se desenvuelven, es en la educación superior, particularmente en el posgrado, en donde la generación de nuevo conocimiento y la creatividad tienen mayor importancia.(2013, s.n)

La sociedad constantemente está transformándose y con ella cambian los conocimientos y surgen nuevas necesidades y/o problemáticas que necesitan ser solucionadas con urgencia desde una visión compleja e interdisciplinaria; éstas son razones poderosas para que la educación sienta las bases para preparar a los individuos a desarrollar no sólo el pensamiento convergente (lógico-matemático) sino también el pensamiento divergente o creativo, considerando la creatividad como un fenómeno complejo en el que todos estamos involucrados, uno más que otros, concibiendo soluciones nuevas, no sólo imaginarlas, sino también crearlas.

Por otro lado, la globalización se ha convertido en el motor impulsor de grandes transformaciones, en todos los ámbitos, en donde la innovación destaca como una necesidad imperiosa, es decir como respuesta inmediata de la evolución de necesidades y/o problemas, así como de su propia gestión en su solución. Por tal motivo, elevar los índices de creatividad e innovación en los alumnos es sinónimo de desenlazar procesos institucionales, en aras de lograr una inserción laboral acorde a los rasgos distintivos reconocidos como importante por los empleadores.

### ***La creatividad e innovación y su alcance en las empresas***

Ambos son elementos que afecta de manera directa a la competitividad y por ende a la productividad. La competitividad de una empresa puede ser entendida de diversas formas, pero en definitiva se trata de vencer a la competencia del sector, utilizando para ello herramientas comerciales y empresariales que permitan adquirir una posición dominante para el negocio en dicho mercado. No hay que perder de vista que cualquier empresa competitiva deberá ofrecer calidad, fiabilidad, rapidez y flexibilidad a la vez que rentabilidad (Emprende Pyme.net, 2016).

Este hecho lleva al supuesto que el contexto ha incidido en el cambio de paradigma empresarial como lo expone S. Tobón et al. (2006) refiriéndose a la organización, mencionando las siguientes metamorfosis, Taylorismo (Relacionado con la cadena de producción industrial cuya finalidad era aumentar la producción) - recualificación de aptitudes; orientadas a las tareas – orientadas a habilidades;

agentes: individuos – agentes: equipos; control y mando – involucrar y facultar; integración vertical – empresa ensanchada; jerarquías – descentralización; comunicación lineal – redes y administrados – emprendedores. “Cambio que exige a toda costa que las estructuras de las organizaciones deben cambiar y hacerse mucho más ágiles, creativas e innovadoras”, y como eslabón de una misma cadena, el comportamiento, “destacándose la responsabilidad, creatividad, flexibilidad y el servicio”. (p.189)

Por tal motivo, renuevan la importancia de rejuvenecer con nuevos tintes la Educación Superior, ya que “el capital no se encuentra ahora en el dinero, ni en la posesión de los medios de producción, sino en la cabeza de cualquier persona, que tenga una idea creativa y sea capaz de llevarla a cabo, y las organizaciones confían en que los trabajadores las compartan para poder seguir compitiendo en un entorno cada vez más competitivo” (S. Tobón et al., 2006, p. 40).

En el umbral de la sociedad del conocimiento las frases claves o consignas que se escuchan por doquier son: aprender a desaprender, aprender a aprender y aprendizaje permanente (...) Pero en general, para las organizaciones, al igual que para sus trabajadores, la formación se ha convertido en un valioso instrumento, en un medio para lograr fines de progreso o de mera supervivencia (S. Tobón et al., 2006, p. 46).

Enraizada profundamente en estos planteamientos y en la necesidad de un cambio en el paradigma educativo en la Educación Superior. El impulso a la creatividad e innovación, la investigación y el servicio proponen romper de cierta manera la distancia existente entre la educación – empresas, entre teoría – praxis y entre el saber y el hacer. Ante todas estas interrogantes que podrían surgir a raíz del tema, cabría preguntarse ¿Estamos preparando a los alumnos para su inclusión al mundo laboral?; ¿Qué opinan las empresas de los egresados?; ¿Qué competencias necesitan potenciar los alumnos en el nivel de Educación Superior?

### ***Una mirada al interior***

En la Universidad de Monterrey (UDEM) el modelo de Formación Integral de la universidad contempla un Modelo Pedagógico centrado en el estudiante como persona y, para ello, se busca desde el diseño curricular que cada estudiante se enfrente a una experiencia retadora de aprendizaje, teniendo éste cuatro características distintivas: que sea contextual (sobre situaciones de la vida real), experiencial (aprendizaje aplicado), colaborativo y autogestivo (que el estudiante

aprende por sí mismo) (Arreola, L. O. E., Azzario, H. G. B., Díaz, D. B. A., Saucedo P. R. E. & Cárdenas V. J.H., 2015, p.50).

El empleo de técnicas y /o estrategias didácticas como el estudio de caso, trabajo colaborativo, aprendizaje basado en proyecto y/o problema, aprendizaje en el servicio y el estudio clínico buscan contribuir al perfil del egresado UDEM e impulsar el fomento de una “persona íntegra, socialmente responsable, intercultural, transdisciplinario, proactivo, conciliador y colaborador, creativo, capaz de tomar decisiones, hábil para el análisis, la síntesis y la solución de problemas, acreditado en el uso de la tecnología, competente en su profesión, facultado para seguir aprendiendo a lo largo de la vida e inteligente emocionalmente” (Dirección de Gobernanza, Comunicación y Relaciones Institucionales, 2017).

En los meses de septiembre y octubre de 2015 se realizó el estudio denominado Transversalidad de la currícula análisis y propuesta conceptual, Arreola, L. O. et al. (2015) para ello se generaron tres técnicas de investigación: encuestas en línea, grupos de enfoque y sondeos aleatorios. De las 1049 encuestas, se analizó 860 cursos diferentes arrojando los siguientes resultados: que el 28% de los cursos abogan por el aprendizaje colaborativo y contextual, el 26 % por experiencia y el 18% por autogestión; y entre las competencias que más destacan están la conciliación y colaboración con el 22%, la interdisciplinariedad con el 20% y relaciones interpersonales con el 19%, siendo estas tres las competencias que más sobresalen, les siguen ciudadanía responsable y gestión creativa del cambio con el 14% e inteligencia emocional con el 11%.

La información anteriormente mencionada, aportada por el estudio, evidencia todo el esfuerzo que se ha estado perpetrando para que la universidad cuente con un modelo pedagógico acorde con las nuevas demandas y contribuir de esta forma a fomentar e incentivar en el alumno competencias que le permita incorporarse de una manera efectiva, rápida y eficaz a su entorno laboral. Se decreta la cercana expiración de la educación tradicional y la apertura a nuevos caminos didácticos que simbolice un efectivo desarrollo de competencias y por ende un compromiso activo y dinámico por parte de quienes participan.

Es por tal razón, la necesidad de indagar la repercusión que el nuevo modelo de enseñanza (aprendizaje activo y colaborativo) ha transgredido el pensar y el actuar del alumno universitario y su incidencia en el mundo laboral. Examinar las opiniones que los gerentes y/o especialistas de las empresas y docentes tienen sobre los exalumnos y alumnos universitarios, con relación a la creatividad e innovación, es el objetivo de estudio.

## **Metodología:**

Se utilizó el método cualitativo, como la entrevista en profundidad a docentes y empleadores de la Universidad de Monterrey (UDEM). Desarrolladas en los meses de mayo y junio del 2017. Se identificó que las entrevistas en profundidad han tenido un carácter individual, holístico y no directivo Ruiz Olabuénaga (1996) (citado por García San Pedro, M., & Gairín Sallán, J., 2011).

Con la finalidad de descubrir puntos en común en cuanto a las competencias y/o habilidades que deben poseer los estudiantes cuando se enfrenten al mundo laboral se eligieron cinco ítems entre los que se encuentran: Liderazgo, trabajo en equipo, resolución de problemas y concreción de focos creativos, facilidad para definir claramente los objetivos y trabajar con ellos y el conocimiento del proceso de innovación. Los sujetos e intérpretes directos de la investigación fueron los alumnos y exalumnos universitarios; se recabo información de investigaciones realizadas en el tema de creatividad con estudiantes de la propia universidad, con la finalidad de tener una visión más compleja del objeto de estudio y de la implicación que ha tenido las estrategias didácticas diseñadas para su formación; de igual forma se entrecruzo la información de las entrevistas con los resultados de estudios similares realizados a empleadores (información cuantitativa) permitiendo visualizar la realidad desde una visión más amplia. Se codifico y triangulo toda la información recabada para descubrir puntos en común en cuanto a las competencias y habilidades a adquirir y desarrollar en los alumnos de la Educación Superior para su efectiva inserción al mundo laboral, y vislumbrar el panorama de formación en relación a las competencias.

La unidad de análisis fue intencional. Se tomó como muestra a 15 gerentes y/o coordinadores del departamento de Recursos Humanos (RR.HH.) de los empleadores de la Universidad, de cobertura trasnacional y seis docentes de la misma institución académica. Todos del área metropolitana de Monterrey, ciudad industrial por excelencia. Hemos considerado que los supuestos culturales y académicos de los entrevistados no es un obstáculo, en cambio su contexto laboral constituye un elemento de trascendental importancia para no camuflar la realidad existente. Denotando como importante los resultados de las entrevistas y no la información de los consultados y empresas. Por confidencialidad no se muestran abiertamente. Identificados en el trabajo de la siguiente forma: Entrevistados Empresas (EE) y Entrevistados Docentes (ED).

Se empleó el muestreo “bola de nieve”, es decir se fue ampliando la muestra hasta que se decidió finalizar por la saturación y redundancia de la información

obtenida. La versión de los empleadores termino mostrando un panorama general de todos sus egresados.

### ***La revelación de la información cuantitativa***

Estas observaciones se ubican en el marco de otras investigaciones desarrolladas en la propia universidad, que buscaban comprender el nivel de creatividad de los alumnos y la opinión de los empleadores con relación a los exalumnos, por ser escenarios y supuestos interesantes para el estudio se parte de su análisis.

Se demostró en una muestra de 81 alumnos en un curso de estudios generales, en el 2015, bajo niveles de creatividad, poco interés por el trabajo en equipo, desinterés por el autoaprendizaje, débil resolución de problemas, así como baja inventiva para proyectos, no obstante se evidencio que el empleo de la metodología del Aprendizaje Basado en Proyecto Formativo con orientación interdisciplinaria ayudó a elevar los niveles de creatividad que al inicio del curso estaban más bajo como la fluidez, flexibilidad, sensibilidad, originalidad, elaboración y libertad. Se citó que el apoyo de varias estrategias didácticas, el énfasis en la motivación de una manera constante, la tendencia a propiciar ambientes de libertad de actuación en el alumno son factores que sí ayudó a fomentar la capacidad creadora, el trabajo en equipo, la resolución de problemas a través de propuestas creadoras; independientemente que las disciplinas en las que están inmersos los estudiantes influyen de manera directa en su pensamiento creativo. La investigación demostró además que la actitud creativa, el afrontar la situación con curiosidad y reto al riesgo, es una habilidad de la mente y, como tal, se aprende también; y se puede desarrollar, es decir, enseñar y aprender (Díaz, 2016a).

En el estudio sobre la creatividad, realizado en el 2016 a 294 alumnos de nivel superior de la Universidad de Monterrey se demostró que los estudiantes poseían bajos niveles de creatividad, falta de liderazgo, bajo nivel en la resolución de problemas y en la definición de objetivos, poco interés por trabajar en equipo, poco conocimiento de sus competencias (psicológica, comportamentales y técnicas). Investigación que tuvo como objetivo evaluar la percepción de los niveles de creatividad de los alumnos (Díaz, 2016b).

Se conjugo la reflexión con los resultados de la encuesta a 107 empleadores de la propia universidad, información compilada del Sistema de Seguimiento y Evaluación del Desarrollo del ExaUDEM Empleadores (2015), en donde se exponen y establecen jerarquías en las 10 competencias y/o habilidades más destacadas para sus empresas,



tales como: Innovación y creatividad 50%, solución de problemas 53%, flexibilidad y adaptabilidad a los cambios 89%, perseverancia en las consecuencias 36%, iniciativa 49 %, integridad 45%, ética y sencillez 50%, responsabilidad social 18% y compromiso 95%. Con relación a los ex alumnos los empresarios representaron el 64% en comunicación oral y escrita, trabajo en equipo 50%, dirigir personas y equipos 14% en escala Muy dominado y 71% en Dominado, tomas de decisiones 15%, administración del cambio e innovación 86%. Un elemento a destacar es que para las empresas son más importante las habilidades con el 100%, los valores con el 77% y el conocimiento con el 62% (Universidad de Monterrey, 2015).

Consecuentemente, se tomó en consideración 216 entrevistas telefónicas realizadas entre marzo y abril del 2017 al personal de gerencias, jefaturas y coordinaciones de 79 empresas pequeñas, 56 medianas y 81 grandes, de los giros industrial, comercial y de servicios de Nuevo León, de ellas son 72.7% nacionales y 27.3 % transnacionales. Los resultados arrojaron que los egresados de la UDEM se adaptaron fácilmente a la realidad laboral con un 93.1 %, el 6.9% que expreso lo contrario lo atribuyen, en lo general, a que es diferente lo que ve en la escuela con la realidad con el 26,7%. Los alumnos cuentan con el perfil que la empresa y el departamento requiere representando el 96,8%, además el 84% están satisfecho con el desempeño laboral de los egresados a su cargo. De igual manera, acentúan como importante entre las competencias que debe poseer el estudiante el conocimiento profesional y de software de acuerdo a su carrera con el 32.4%, las habilidades con el 24,1%, sobresaliendo la capacidad de aprender por cuenta propia (autoaprendizaje) y la comunicación, y los valores con el 43.5% siendo este último el de mayor relevancia, señalando entre ello el respeto, justicia, integridad y responsabilidad (Universidad de Monterrey, 2017).

A pesar que existe una buena opinión de los empresarios acerca de los exalumnos, aún quedan líneas que se deben limar desde la academia, en definitiva, lo que las empresas reclaman es lo que en parte les hace falta a los alumnos, pues como quedó demostrado es evidente que los estudiantes universitarios poseen: falta de liderazgo, escasa soluciones oportunas y rápidas, poca ejecución o dirección de los cambios, bajo nivel en la resolución de problemas y en la definición de objetivos y poco interés por trabajar en equipo y por el autoaprendizaje.

Antes estos resultados, eminentemente cuantitativos, asignamos la necesidad de indagar de manera cualitativa el objeto de estudio y vincular ambos resultados. Barraycoa y Lasaga (2010) expresaron que los numerosos estudios cuantitativos son insuficientes para alcanzar una correcta comprensión de la valoración de las

competencias que realizan tanto las instituciones académicas como los empleadores. Todo tipo de jerarquización de competencias resultante de estudios cuantitativos debe ser completado con análisis cualitativos que establezcan, por un lado, el verdadero significado conferido a las mismas y, por otro, sus posibles asociaciones. (p.36) Ante estas deducciones, se consideró oportuno un acercamiento al nivel empresarial para recabar de una manera más profunda los elementos claves relacionados en específicos con la creatividad como competencia transversal importante para la empleabilidad.

Los discursos de los responsables de recursos humanos (RR.HH.) son mucho más ricos y plurales que los listados de competencias que aparecen en las encuestas. Además, en estos discursos se realizan múltiples asociaciones que contribuyen a enriquecer el conocimiento de las competencias y su peso real en los procesos de selección. (Barraycoa y Lasaga, 2010, p.30)

En efecto, quedaba entredicho que lo que era importante para las empresas, en ambos estudios realizados en la propia universidad (Universidad de Monterrey 2015, 2017), eran las debilidades que caracterizaban a los alumnos según su propia evaluación (Díaz, 2016b). Por un lado, se muestra como las empresas ven a los egresados y que consideran importante para su ambiente laboral, y por otro lado como los propios estudiantes se aprecian, denotándose una discrepancia en la información. El trabajo busco a partir de estas diferentes miradas descubrir si es suficiente todo el esfuerzo que se está haciendo desde la academia. Debemos de partir del criterio que academia y empresas tienen objetivos muy distintos y que en ambos casos difieren en la percepción de las competencias. “En apariencia, los términos utilizados tanto por la empresa como por el mundo académico son cada vez más coincidentes pero, cuando se indaga sobre el contenido subyacente, con frecuencia los sentidos difieren dificultando la orientación profesional” (Barraycoa y Lasaga, 2010, p.1).

### ***Análisis de los resultados de las entrevistas en profundidad***

Los gerentes y/o coordinadores de Recursos Humanos (RR.HH.) de las 15 empresas entrevistadas comentaron el protagonismo de los docentes como agentes activos en el proceso de enseñanza y en el estímulo de competencias como la creatividad, innovación, el trabajo en equipo e interdisciplinario, la toma de decisiones y el autoaprendizaje, considerándolas como debilidades presente de manera general en los alumnos. Competencias que hay que fomentar desde la academia independientemente que las empresas trabajen por fortalecerlas, ya que las mismas son pilares para su desarrollo.

De manera puntual, resaltan la importancia de la existencia de entornos y/o espacios que contribuyan al impulso de propuestas creativas e innovadoras. De ahí, la importancia de incorporar espacios vivenciales de aprendizajes que busquen conformar un impulso no solo en la trasmisión de la información sino también con vista a lograr motivar un pensamiento crítico, creativo y reflexivo que ayude a su vez de manera directa a la toma de decisiones. Sin embargo, en esa realidad expuesta expusieron que existe cada vez más una mayor aproximación de las universidades a las empresas, sobre todos en la colaboración de los Programas de Evaluación Final (PEF). La reflexión gira entorno a que los alumnos deben involucrarse con la práctica desde su formación. “Lo que hace que una empresa sea exitosa en el sentido de innovación, es que se cree un ambiente de innovación en la empresa y/o en la escuela” (EE, 1).

Lo esencial en esta interpretación, es centrar el punto de mira en la libertad de actuación, según sus criterios, los alumnos requieren de indicaciones muy puntuales y detalladas, quedando por lo general un vacío en la gestión que necesita ser resuelta y que en ocasiones queda improcedente su hacer. En este sentido, “en algunos casos se han requerido establecer nuevas indicaciones con el fin de impedir entorpecimientos que obstaculicen la labor” (EE, 2). Lógicamente, este accionar rompe en alguna medida con la creatividad e inventiva. “Si yo tuviera aquí a mil estudiantes, lo que les ayudaría a tener ese plus es que nunca hagan su trabajo desde su punto de vista, siempre hagan el trabajo como creen que lo vería la persona a la que se lo van a presentar como si lo fuera a ver el director, y ahí viene la parte creativa, es importante que se esfuercen” (EE, 2).

Otro indicador mencionado con gran fuerza es el protagonismo individual, convirtiéndose en un vehículo de disyunción que afecta directamente el trabajo. Los entrevistados afirman la importancia del trabajo en equipo de alto desempeño inter y transdisciplinario. Barraycoa y Lasaga (2010a) mencionan que el trabajo en equipo está directamente conectado con comunicación y orientación comercial. Asimismo se relaciona con determinadas habilidades sociales, tales como empatía, don de gentes y capacidad de acatar órdenes. Ello desvela un peculiar sentido de esta competencia en su dimensión corporativa y relacional. (p.35)

El trabajo en equipo es la competencia transversal más solicitada por los empleadores, más utilizada en el desempeño diario del puesto de trabajo y en la que los egresados afirman estar mejor formados, según confirman numerosas investigaciones Gómez Gras et al., 2003; Pastor et al., 2005; Fundación Universidad Carlos III, 2005, Informe Reflex, 2007 (citados por Barraycoa y Lasaga, 2010b). No

obstante, en la encuesta de autoevaluación a los alumnos de la UDEM (Díaz, 2016) y a los empleadores (Universidad de Monterrey, 2015; 2017) el trabajar en equipo sobresalía como una debilidad en los estudiantes hecho que fue validado además por los 15 empresarios entrevistados para este estudio.

Entre las dimensiones de esta competencia incide la capacidad de integración, comunicación impersonal, la empatía, responsabilidad y compromiso, así como la toma de decisiones y gestión del tiempo (Barraycoa y Lasaga, 2010b).

Con relación a lo que las empresas requieren de los alumnos “el común denominador es que sean buenos estudiantes, no excelentes, y que sean bondadoso y que tengan disposición a aprender, a ayudar, que tenga balance de las cosas” (EE, 3) “que cuente con habilidades de comunicación, ahora con las redes sociales se ha perdido la formalidad en la escritura” (EE, 5). “Que se tenga la versatilidad en lo que se hace, que no les de miedo el fracaso porque eso es lo que los hace crecer. La persistencia genera el cambio” (EE, 10). “Saber influenciar al otro es otra competencia importante, haciéndolos participes de proyectos, pero siempre con trabajo en equipo porque muchos son individualistas en el reconocimiento” (EE, 13).

Sobre la valoración de los jóvenes egresados, refieren además que deben tener una proyección más humilde, porque requieren de beneficios y reconocimientos demasiados rápidos. “es una generación muy competitiva, con mucha falta de paciencia, lo cual hay que trabajarlo desde la academia; son muy habilidosos, no les da miedo cuestionar y se imponen a ser transparente” (EE, 9). “Tienen acceso a mucha información, no tienen límites si la usan asertivamente, entonces con esto rompen paradigmas que también han sido determinados en las empresas” (EE, 9). No obstante, “son muy buenos si les dices que hacer y exceden las expectativas, pero no hay propuestas nuevas. Falta iniciativa y proactividad” (EE, 15). “Nuestra competencias institucionales son orientación a resultados, al cliente, visión de negocio, desarrollo de capital humano, adaptabilidad al cambio, innovación y creatividad, esto es lo que buscamos en los alumnos, cualquier persona que quiera entrar a la empresa esto lo debe de tener de entrada. Y agregaría comunicación para los primeros niveles” (EE, 1).

El autoaprendizaje, es otras de las competencias que se destaca y las ven en estrecha relación con la baja creatividad “la universidad debe motivar al estudiante a instruirse por sí solo y a buscar nuevos horizontes de aprendizajes que no sea el tradicional, de esta forma tendría las herramientas para buscar soluciones inmediatas e innovadoras”(EE, 13). Una vez más se hace evidente la necesidad de potenciar el

Aprendizaje Activo en la academia y hacer responsable al alumno de sus conocimientos y de la búsqueda de nuevas soluciones.

La capacidad de aprendizaje es una de las competencias más demandada en las carreras técnicas y científicas que en las sociales según el Informe Reflex, 2007 (citado por Barraycoa y Lasaga, 2010b). Cuando se analizan los estudios sobre esta competencia, se descubre un equilibrio entre la importancia que le conceden los empleadores, su aplicación en el desempeño del trabajo y la adquisición de la misma en el periodo formativo. (p.5)

Evidentemente, las empresas buscan por toda las vías posibles adaptarse a las demandas del mundo actual en cambio la educación está involucrado en un proceso lento, y en ocasiones rezagado, con relación a las necesidades imperiosas que suplica estos tiempos y los que se avecinan. Sobre estas valoraciones expuestas por los gerentes y/o coordinadores de Recursos Humanos (RR.HH.) es importante subrayar que estamos “antes la presencia de un hombre moderno donde la técnica ofrece al hombre actual una enorme cantidad de posibilidades” (Sáenz, 2010, p. 31 y 32).

Para los empresarios entrevistados eran más relevante en un mismo orden de prioridad la comunicación, destacando la interpersonal; el trabajo en equipo vinculado con la integración, empatía, responsabilidad y sobre todo el respeto; el reconocimiento de roles y de igual forma la toma de decisiones. La capacidad de aprendizaje, como la describe Barraycoa y Lasaga (2010), traducida en la flexibilidad y adaptabilidad al entorno y a la superación personal. El poseer un aliento creativo e innovador y la capacidad de proveer soluciones innovadoras.

Si evaluamos los resultados de las entrevistas a empleadores y los estudios realizados en la universidad, en este campo hasta la fecha, podemos advertir que aún la academia está muy lejos de ofrecer las competencias y/o habilidades que los alumnos necesitan reforzar para su vínculo con el mundo laboral. “El mercado laboral requiere profesionales que las hayan adquirido o sean capaces de desarrollarlas. Una de las funciones del orientador profesional es actuar de enlace entre la Universidad y la empresa, por lo que es imprescindible que conozca el contenido semántico real del discurso de sendas instituciones” (Barraycoa y Lasaga, 2010b, p. 17).

Ante los nuevos retos que proponen las empresas, en la nueva visión y manera de convivir del hombre de hoy la educación desempeña un importante papel. Existen las bases de evidencias suficientes que demuestran con hechos concretos la situación imperante en la educación y su incidencia directa en el mundo laboral, que ha sido señalado por los seis docentes entrevistados, de manera general. Vista la educación

como un proceso inmutable e inalterable pero a su vez como la vía ideal para ofrecer lo que se exige en los tiempos de hoy.

Según los docentes:

- La proyección educativa está directamente influenciada por el acontecer cultural, social y económico pero desde una visión del pasado y el presente y con una ceguera parcial o total al futuro.

- La enseñanza no ha evolucionado con la misma rapidez con la que ha cambiado nuestro entorno, quedando rezagada en el tiempo, desde su proyección, propósito y finalidad. “Los alumnos avanzan a pasos agigantados, ya no gatean, cuando creemos que los alcanzamos se nos vuelve adelantar, es el juego del nunca acabar” (ED, 2).

- No se avecina desde la academia en ocasiones una preocupación por los cambios existentes con respecto a la escasez de recursos naturales, la producción de alimentos, la aparición de nuevas enfermedades y los drásticos cambios climáticos. “No existe una preocupación por lo que sucede en nuestro entorno, se necesita de mucha motivación” (ED, 1).

- Desconocimiento del pensar y actuar del alumnado. “No sé hasta donde sea el hacer, lo que los mueve, son alérgicos al conocer, aprender, sintetizar, analizar y cada vez lo son más, y algo que yo veo en su creatividad es que sobrevaloran mucho su trabajo” (ED, 4).

- Las rubricas en ocasiones tienden hacer una limitante de la creatividad e innovación. “Cuando las instrucciones son rígidas los estudiantes tiende a ser menos creativos” (ED, 6).

- Existen un alto desconocimientos de sus habilidades. “A veces los estudiantes son tan creativos que ni ellos mismo lo saben” (ED, 4).

- En nuestros días, se considera que el logro académico es decididamente cardinal para el triunfo individual y la supervivencia, y este pensar en ocasiones trasciende la frontera académica.

- La mayor parte de los docentes están estancados en el pasado en cuanto al empleo de la tecnología y la “movilidad” de las clases. El salir de los marcos del salón de clases; el empleo excesivo del uso de los medios electrónicos por parte de los alumnos contribuyen, en ocasiones, a producir situaciones de estrés y desconciertos. “Aún no se está preparado en su totalidad para dar el salto esperado a nivel educativo.



Salir de la zona de confort, se convierte en un desafío importante en los tiempos actuales” (ED, 2).

- El docente aún sigue aferrado al método tradicional de educación. “Aún persisten maestros que su única e importante preocupación es comunicar lo que aparece en la literatura, esto, es una debilidad de nuestro tiempo, donde consideramos que si no transmitimos el conocimiento de la manera tradicional, esté queda inconcluso e incomprendido” (ED, 3).

- No se puede generalizar, pero ”los alumnos tienden a poseer limitado niveles de creatividad e innovación, es cierto que depende de sus carreras, esto se destaca más en una que otra; pero dejar algo a su espontaneidad es una provocación que en ocasiones se convierte en más trabajo para el docente (ED, 5).

- El trabajo en equipo, en la práctica, no se ejecuta con el alcance necesario para el momento en que vivimos. “Los estudiantes no le gusta trabajar en equipo, a veces las tareas asignadas se convierte en una mezcla de acciones independiente sin ningún otro sentido que cumplir con lo solicitado” (ED, 3), “Para algunos es una forma de resolver una mejor calificación, es la ley del menor esfuerzos y para otros, es trabajar de más para poder alcanzar una mejor calificación, donde terminan haciendo el trabajo de alguien más” (ED, 1).

- Existen condicionantes, como factor tiempo, espacio y herramientas que transgreden la puesta en práctica de ciertas acciones educativas que impulsan la creatividad e innovación.

En fin, una mala práctica, una definición no entendible de los objetivos del nuevo enfoque educativo, unos maestros no aptos para asumirlos, la ausencia de la infraestructura y el recurso humano adecuado pueden ser contraproducente a los desafíos que se exigen a la academia. Los daños intangibles son muy difíciles de remediar en ocasiones. Ante todo se debe considerar como expresa Robinson (2012) que el docente en la generalidad de los casos vive en una “torre de marfil” y que su interpretación del mundo no tiene absolutamente nada de práctica. (p.2)

Las aulas deben ser consideradas como espacios de cambio y transformación. El salón de clases, la comunidad y las empresas son la mejor plataforma de acciones para lograr en causar la creatividad y la inventiva en los alumnos y un acercamiento real y efectivo al mundo laboral. Se marca además como elemento emergente el formar a los alumnos como personas autónomas, responsables, críticas, comprometidas y transformadoras de su entorno.

Edificamos todo el tiempo el proceso de formación pero olvidamos el potenciar la libertad de actuación; convertimos el proceso de enseñanza aprendizaje en un simulacro confuso - no todos los propósitos palpables en las estrategias del cambio educativo (tradicional a una educación emprendedora) se traduce a la realidad como es - su versión práctica llega en ocasiones a recrear ambientes desacertados, docentes pocos motivados y alumnos desconcertados, los componentes infraestructura-docente- alumno constituyen una triada a la que en conjunto se le debe prestar mucha atención, porque todo cambio trae consigo mucho desconcierto.

### ***Qué se opina de la creatividad e innovación***

Como expresaran Fernández et al. (2012) el aprendizaje creativo e innovador precisa de la génesis de nuevos espacios y tiempos educativos, así como de una redefinición de las estrategias y de los modelos educativos vigentes, de forma que pueda asegurarse una interacción abierta y efectiva entre actores distintos (personas, organizaciones, sistema de actividad), con diferentes experiencias vitales y pensamiento. Por tanto, en estos nuevos espacios han de estar presentes una serie de condiciones contextuales y factores que lo hagan posible y que pongan la atención en la creatividad ordinaria más que en la genialidad, en la caracterización de ésta más que en su medición y en la dimensión social, más que en la individual. (p.26)

Según Cottín Belloso, Vicepresidente Ejecutivo PCO's International, C.A (2008) enunció que las personas con la que debemos contar para poder sobrevivir en este nuevo entorno y llegar al futuro debe ser: Alguien que no rehúya a los problemas, y que ante un conflicto pueda salirse de los esquemas tradicionales, y presentar nuevos enfoques y planteamientos creativos. Alguien flexible, capaz de adaptarse y producir una respuesta más rápida que el promedio, aún en las situaciones más inesperadas, con los mismos recursos. Alguien que disfrute del trabajo en equipo y que produzca mejores resultados, formando parte de un conjunto multidisciplinario. Alguien que crea en los ambientes de aprendizaje continuo, y que pueda comunicar las experiencias y conocimientos adquiridos, eficientemente, a la organización. (s.n)

Villareal, flores & Gasca (2018) mencionan que Florida en su trabajo *The rise of the creative class* (2002a; 2002b) argumenta que la creatividad ha llegado a ser un factor importante del crecimiento económico, señala además “que la apertura a la creatividad y a la tolerancia incrementa la ventaja regional en atraer capital humano de alta calificación, acelera la velocidad de la información y del intercambio del

conocimiento, y estimula la creación de nuevas ideas”. (p.152), explica además que la ciudad se convierte en motor del desarrollo económico regional, por lo que el mejorar su capital humano se convierte en factor determinante para su crecimiento. (p. 153)

En esta misma dirección se apuntan que “el desarrollo del talento es clave para la innovación, sobre todo en países en desarrollo como México. No basta con construir escuelas y potenciar las capacidades de los innovadores, es indispensable crear un ambiente externo (económico y laboral) que les permita alcanzar sus sueños y llevar a cabo sus proyectos. No sirve de nada una infraestructura académica fuerte que no aproveche a sus estudiantes y no esté vinculada al sector laboral de manera firme” (...) Los puntos fuertes del país en términos de innovación se refieren principalmente a las áreas económicas y educativas (Barajas, 2014).

De modo tal que impulsar por todos los medios el principio creador, la actitud creativa de cada individuo en cualquier esfera de su actividad: requiere de esfuerzos y gastos inmensos a escala de toda la sociedad, la conjugación continua de las tareas y de los fines e imperativos del progreso cultural con el progreso social, y viceversa.

Es en este contexto, en el que la capacidad humana de aprender, crear e innovar adquiere una nueva relevancia social. El aprendizaje se convierte, así, en la clave principal de la sociedad actual porque se tiene constancia de que una sociedad dispuesta a aprender y hacer frente a los cambios en claves éticas y sostenibles es una sociedad que cuida y desarrolla su capital humano y social (Fernández et al., 2012, p. 26).

Hasta el momento se ha hecho hincapié a la necesidad del cambio en la educación donde el potenciar la creatividad puede recurrir a dotar a los estudiantes de herramientas y/o habilidades que les permitan una rápida y eficaz adaptación al mundo laboral, la tarea no consiste en rechazar todo lo que con anterioridad se ha realizado en el ámbito académico, pero sí demostrar cómo los obsoletos dogmas aún existentes someten al estudiante al poder de la arbitrariedad subjetiva, privándolo de una apreciación diferente y novedosa, de estímulos para nuevas realizaciones, con un predominio de una rectitud en su modo de actuar. En fin, la educación puede recurrir en cierta medida a incentivar la creatividad y puede llegar como expresó Robinson (2012) “a promover una revolución creativa en la educación”. (p. 17)

## **Conclusiones**

El dotar a los estudiantes de las herramientas necesarias para enfrentarse a las nuevas exigencias que les repara el mundo laboral, es una necesidad. Este enfoque

acorde con el contexto no puede asumirse en forma de disgregación, el proceso de enseñanza – aprendizaje debe estar en correspondencia con él; la formación debe asegurar la existencia de competencias y/o habilidades importantes para su formación y lograr la existencia de alumnos desarrollados, competentes y armónicos con el entorno. No se debe entender como la periferia de la labor educativa, sino como su vía principal.

A partir de las entrevistas en profundidad a empleadores y docentes y con el apoyo de los resultados de investigación realizados en la propia universidad de Monterrey -con relación a las competencias que los empleadores buscan en los exalumnos universitarios y a la autoevaluación desarrollada a los alumnos (Díaz, 2016b)-, se logró definir los puntos en común, dando cumplimiento al objetivo del estudio. El trabajo revela desde la mirada de empresarios y docentes las competencias que los estudiantes poseen o no y destacan cuales son las que son de urgencia potenciar en función de aumentar los niveles de creatividad e innovación, así cómo obtener ventajas competitivas en todos los campos del conocimiento y en la toma de decisiones creativas e innovadoras.

La triangulación de la información reveló que los estudiantes poseen: bajos niveles de creatividad, falta de liderazgo, bajo nivel en la resolución de problemas y en la definición de objetivos, poco interés por trabajar en equipo, poco conocimiento de sus competencias y/o habilidades. Las principales habilidades que tienen importancia para las empresas son el trabajo en equipo, reconocimientos de roles, la administración del cambio e innovación, la toma de decisiones, el autoaprendizaje, la creatividad y la comunicación oral y escrita respectivamente. En cambio, para los docentes no solo su preocupación giró en torno al estudiantes sino que denotaron como importante el proceso de enseñanza- aprendizaje; destacaron además la falta de innovación y creatividad en los alumnos; la mirada al pasado en el proceso de formación; el empleo de estrategias que frenan la libertad de actuación de los alumnos como lo es la rúbrica; el poco conocimiento que los alumnos poseen de sus competencias; la presencia de factores que frenan el proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como, el tiempo; los espacios didácticos; las herramientas educativas empleadas y la ausencia de infraestructura acorde con la urgencia de la demanda actual.

Las constantes encontradas en todas las entrevistas (empresarios y docentes) han llevado al criterio de que incitar a que el alumno sea creativo e innovador: es prepararlo para ser sustentable en su vida profesional. El logro de esta ilusión de formación dependerá de la existencia de un conjunto de acciones educativas

tendientes a generar una permuta en el paradigma de enseñanza- aprendizaje actual. Se descubre que el maestro es una persona comprometida con su trabajo, interesadas en impulsar y motivar en el alumno su aprendizaje, a través de la aplicación de diferentes técnicas y estrategias didácticas, no obstante, todo ese esfuerzo no coadyuva a lograr que sus discípulos alcance niveles altos de creatividad e innovación, elementos estos de tanta trascendencia en el mundo actual. Por lo que es una necesidad el preparar al maestro para que adquiera competencias creativas e innovadoras que puedan ser tributadas a sus alumnos. Esta situación, en parte, es el resultado de los bajos niveles de creatividad e innovación de nuestros alumnos en conjunto con el modelo educativo tradicional empleado.

Se precisa, buscar diferentes vías desde la academia para ayudar a los alumnos a tener una mirada diferente, un pensamiento creativo, crítico y analítico con relación a su ámbito de acción, sin la relación simétrica, lógica y fragmentada con la que siempre asumimos y analizamos los problemas. La educación tradicional sí frena el pensamiento divergente, como ha mencionado Ken Robinson, entre otros autores, pero este puede recuperarse a partir de acciones educativas innovadoras, donde se requiere un compromiso, tanto por el alumno como por el docente, de asumir otro rol y otra mirada.

Queda claro, que aún se torna insuficiente los cambios imperantes desde la academia, ya que las propuestas de enseñanza deben ir más allá de un diseño (modelo pedagógico), de espacios transformadores; su esencia de cambio, aventura, curiosidad e inversión y experiencia debe involucrar de manera directa al maestro, en primer lugar y luego al alumno, se debe abrir un campo más amplio a la innovación y la creación; buscar la eventualidad de resolver problemas y/o necesidades desde diferentes enfoques y sobre todo el estar a tono con las exigencias del futuro mundo profesional y los problemas que nos rodean.

Esta situación demanda la emergente necesidad de trabajar para formar al alumno para la vida personal y profesional con el fortalecimiento de competencias y/o habilidades que necesitan ser consolidadas no como acciones aisladas, sino que se precisan de programas sistemáticos y sustanciales desde la academia. Un giro apremiante a la llamada sociedad del conocimiento. Como síntesis, podemos pronunciar que vivimos en un mundo completamente diferente y ante la presencia de un hombre que ha cambiado su modo de observar, analizar, sentir y vivir -el cual se debe conocer en detalle con mira al futuro- y en este entramado, la educación tradicional está muy lejos de los propósitos para los cuales fue diseñada,

precisamente Robinson (2012) alude que lejos de mirar al futuro, se quedan con excesiva frecuencia contemplando obstinadamente el pasado. (p. 79)

El siglo XXI es un gran desafío, en este sentido se propone como el mejor recurso: el desarrollo del conocimiento y el empleo de la capacidad de imaginación, creatividad y la innovación, entre otras competencias, como herramientas elementales para la adecuada inserción de nuestros alumnos al mundo laboral y para el desarrollo económico del país, y en este andar la educación es la clave del futuro. Es un proceso ininteligible que debe incluir a docentes y directivos en la construcción de acciones de cambio en la educación, cambios que incurra de manera directa en la vida futura de los alumnos universitarios, tanto en el plano personal como profesional.

No obstante de que el interés por el tema ha ido en desarrollo, con evidencias de propuestas educativas interesantes a nivel universitario, continúa siendo escasa la constancia del análisis de las consecuencias de ese accionar educativo “emprendedor” en el mundo laboral, por lo que se ha convertido en una necesidad el abordar este tipo de estudio cualitativo para evaluar si lo que consideramos que “está bien” en lo académico cumple la finalidad y/o propósitos propuestos para el accionar laboral en la sociedad del conocimiento o la llamada cuarta revolución industrial.

Victoria Redondo, experta en comunicación interna y Recursos Humanos en BT España (2017) pronunció que “Buscar la innovación e incorporar la creatividad es lo que os diferenciará del resto de profesionales”. Por lo tanto, el ocuparse de las competencias clave a desarrollar en los alumnos, tales como análisis de problemas, adaptabilidad, auto organización y auto aprendizaje, capacidad reflexiva, crítica, creativa e innovadora, liderazgo y trabajo en equipo ayuda a que perfeccionen su estadía como empleado y aumente también las probabilidades de éxito.

En fin, la enseñanza en la Educación Superior es punto neurálgico en el proceso de creatividad e innovación y en el compromiso de preparar al alumno para asumir una responsabilidad social con calidad y acorde a los nuevos requerimientos que exige la sociedad del conocimiento. Es la educación el motor capaz de cambiar el sentido de la vida, de los sueños y de las proyecciones laborales futuras de los prometidos profesionales.

Los resultados aquí plasmados pueden ayudar a abrir nuevos cauces aprehensivos para bien de la educación actual. Una educación que exige rupturas de paradigmas para responder con eficacia a las necesidades del mundo globalizado y la sociedad del conocimiento. Es preciso que todos nos movamos en una misma dirección: Lograr incentivar y desarrollar las competencias y/o habilidades con



relación a la creatividad e innovación, y con ello la resolución de problemas, el trabajo en equipo, el autoaprendizaje, la toma de decisiones, de esta forma se estaría favoreciendo que los alumnos estén listos para enfrentarse sin miedo, sin temor y con un pensamiento más abierto, crítico e innovador al mundo laboral y competitivo que se avizora.

El impulso a la creatividad e innovación, la investigación y el servicio proponen romper de cierta manera la distancia existente entre la educación – empresas, entre teoría – praxis y entre el saber y el hacer. Hoy nos motiva la siguiente interrogante ¿Estamos preparando a los alumnos para su inclusión al mundo laboral de una manera eficaz?, los resultados expuesto aquí no describe que sí existen avances, es innegable los cambios ocurridos desde la academia, pero estos resultan muy pobres y se encuentran en un proceso demasiado acompasado.

La creatividad e innovación debiera ser un indicador importante a tenerse en cuenta, no como obligación, sino como un recurso a identificar, difundir y comunicar educativamente.

Observamos además que México no es el único país que cuenta con estas limitaciones en la formación del estudiante y el maestro, sino que son condiciones que existen en muchas partes del mundo, en todos los niveles educacionales. Ante este panorama se precisa la necesidad de acometer estudios en el ámbito empresarial y educativo no solo desde lo cuantitativo sino desde un enfoque mixto para poder revelar iniciativas que ayuden a lograr una segura y eficaz inclusión de los alumnos de Educación Superior al mundo laboral.

## **Referencias**

Arreola, L. O. E., Azzario, H. G. B., Díaz, D. B. A., Saucedo P. R. E. & Cárdenas V. J.H. (2015). Transversalidad de la currícula análisis y propuesta conceptual. Universidad de Monterrey

Barajas, F. (2014, 9, agosto). ¿Y cómo anda México en innovación? [Web log post]. Recuperado de <https://codigoespagueti.com/noticias/ciencia/mexico-innovacion-2014/>

Barrera B., G. (2009). Creatividad. Recuperado de <http://manuelgross.bligoo.com/content/view/265906/La-Creatividad-Que-es-actualizado.html>

Barraycoa, J. y Lasaga, O., (2010a). La perspectiva cualitativa en la elaboración de un mapa de competencias. Revista de Innovación Educativa, volumen (4), 2-37.

Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/44385703> La perspectiva cualitativa en la elaboración de un mapa de competencias

Barraycoa, J. y Lasaga, O., (2010b). La elaboración de mapas de competencias profesionales: un caso práctico. Recuperado de <https://www.uaoceu.es/.../Sevilla-La-elaboracion-de-mapas-de-competencias-profesion>

Bauman, Z. (2007). Vida de Consumo. México. Fondo de Cultura Económica

Cabezas Sandoval. J. A. (1993): La Creatividad: teoría básica e implicaciones pedagógicas. Ed. Librería Cervantes. Salamanca.

Cottín, B.A.G. (2008, marzo, 28). Creatividad: una competencia que garantiza la empleabilidad [web log post]. Recuperado de <https://www.analitica.com/economia/creatividad-una-competencia-que-garantiza-la-empleabilidad/>

Dirección de Gobernanza, Comunicación y Relaciones Institucionales. (2017). INFORME UDEM 2017 (s.n). Recuperado del sitio de internet de Universidad de Monterrey: <http://www.udem.edu.mx/Esp/SomosUDEM/Documents/Informe%20anual/2017/Informe-UDEM-2017.pdf>

De Bono, E. (1999). El pensamiento creativo. El poder del pensamiento lateral para la creación de nuevas ideas. México. Editorial Paidós Plural.

EmprendePyme.net. (2016). ¿Qué es la competitividad empresarial? [Web log post]. Recuperado de <https://www.emprendepyme.net/que-es-la-competitividad-empresarial.html>

Díaz, F.A. (2016a). “Análisis del pensamiento divergente en el trabajo con proyectos formativos de carácter interdisciplinario”, en Experiencias en la implementación d la gestión del talento humano desde el pensamiento complejo, primera edición, Lake Mary Kresearch, 2016, pp.151-211.

Díaz, F.A. (2016b). De la enseñanza creativa a la vida laboral: una mirada diferente. En Ester, A.A. & Aquilar, C.Z. (Ed.), Gestión del Talento Humano: Enfoques y Modelos (pp. 175 -186). Medellín: Corporación CIMTED.

Fernández Fernández, I., & Eizagirre Sagardia, A., & Arandia Loroño, M., & Ruiz de Gauna Bahillo, P., & Ezeiza Ramos, A. (2012). CREATIVIDAD E INNOVACIÓN: CLAVES PARA INTERVENIR EN CONTEXTOS DE APRENDIZAJE. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 10 (2), 23-40.

García San Pedro, M., & Gairín Sallán, J. (2011). Los Mapas de Competencias: Una Herramienta para mejorar la Calidad de la Formación Universitaria. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 9 (1), 84-102.

Goncharenko, N. V. (1980). La cultura y el progreso social. 1st ed, La cultura y el arte (p, 5-28). URSS: Progreso

Hernández Arteaga, I.; Alvarado, J.C. & Luna, S.M. (2015). Creatividad e innovación: Competencias genéricas o transversales en la formación profesional. Revista Virtual Universidad Católica del Norte, 44, p. 135-151. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/620/1155>

Novaes, H. M. (1973). Psicología de la aptitud creadora. Edit. Kapelusz. Buenos Aires.

Robinson, K. (2012). El elemento. México: Urano.

Robinson, K., Aronica, L. (2013). El elemento. Descubrir tu pasión lo cambia todo. México: Penguin Random House.

Secretaria de Educación Pública. (2013). Programa Sectorial de Educación 2013-2018. Recuperado de [http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA\\_SECTORIAL\\_DE\\_EDUCACION\\_2013\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_SECTORIAL_DE_EDUCACION_2013_2018_WEB.pdf)

Rojas, P. & Sepúlveda, S. (1999). ¿Qué es la competitividad? [Folleto No.2]. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A5283e/A5283e.pdf>

Sáenz, A. (2010). El hombre moderno. Descripción fenomenológica. Recuperado de <https://isfdnsfatima.files.wordpress.com/2010/06/1-el-hombre-moderno.pdf>

Tobón, S., Rial, S. A., Carretero, D. M.A. & García, F.J.A. (2006). Competencias, calidad y Educación Superior. Colombia. Editorial Cooperativa Editorial Magisterio

Universidad de Monterrey. (2015). Sistema de Seguimiento y Evaluación del Desarrollo del ExaUdem Empleadores (primavera y otoño 2015).

Universidad de Monterrey. (2017). ExaUDEM Estudio Opinión de los Empleadores con egresados a su cargo.

Universia Chile. (2018, Junio, 05). Creatividad: una habilidad laboral en alza. Universia Chile. Recuperado de <http://noticias.universia.cl/practicas-empleo/noticia/2018/07/05/1160559/creatividad-habilidad-laboral-alza.html>

Victoria, R. (Octubre, 2017). Consejos para desarrollar un plan de carrera profesional. En EAE Business School, Sesión webinar sobre empleabilidad. Conferencia llevado a cabo en Events & Conferences EAE Business School, Barcelona, España. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=24a2APar6WQ>

## CAPÍTULO 2

---

# GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO: ESCENARIO DE LA IMPORTANCIA BIOPOLÍTICA DE UNA EDUCACIÓN EN BIOÉTICA\*

*Adriana María Ocampo Chalarca, Guillermo  
León Zuleta Salas*

Institución Universitaria Colegio Mayor de  
Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

### **Sobre los autores**

**Guillermo León Zuleta Salas:** Doctor Civil y Canónico en Teología, UPB Medellín. Magíster en Teología: Especialista en Teología Moral, Universidad Pontificia Gregoriana de Roma. Especializado en Bioética -Área Biogenética- Instituto Louis Pasteur de París, y por el Instituto Borja de Bioética de Barcelona (Saint Cujart Des y valles. Barcelona. España). Lic. en Filosofía y Educación Religiosa Escolar, UPB. Diplomado en Gestión Universitaria y Gerencia Administrativa. Ha sido Miembro de la Comisión Teológica Internacional de la Ciudad del Vaticano, Coordinador del Observatorio de Ética, Política y Sociedad, Director del Instituto de Humanismo Cristiano (Instituto de Ética y Bioética, Doctrina Social y Espiritualidad), y Decano de la Escuela de Filosofía y Teología de la UPB. Aún Miembro del Equipo de Reflexión Teológico Pastoral del CELAM, Miembro fundador del Centro Colombiano de Bioética (CECOLBE) y Docente de la UPB desde hace 33 años, Actualmente, docente de Bioética en la Escuela de Ciencias de la Salud de la UPB.

Líder del Grupo de Investigación en Ética y Bioética (GIEB), asociado a la Escuela de Filosofía y Teología de la UPB y al CIDI.

**Correspondencia:** [guillermo.zuleta@upb.edu.co](mailto:guillermo.zuleta@upb.edu.co)

**Adriana María Ocampo Chalarca:** Graduada en Pregrado en Administración Documental; Biología y Derecho. Especialista en Ingeniería Ambiental; Administración de Recursos Naturales y Derecho del Medio Ambiente. Candidata a Doctor en Filosofía, Área de Bioética. Universidad Pontificia Bolivariana-UPB. Actualmente adscrita como Docente Asistente a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, en la Facultad de Ciencias de la Salud, donde se desempeña en Ciencia Básica del Pregrado en los Programas de Bacteriología y Laboratorio Clínico y Biotecnología; y a nivel de Posgrado en las Especializaciones de Microbiología clínica y Microbiología Ambiental en las cátedras de Bioética y Legislación Ambiental.

**Correspondencia:** [adriana.ocampo@colmayor.edu.co](mailto:adriana.ocampo@colmayor.edu.co); [amoch.98@gmail.com](mailto:amoch.98@gmail.com).

\*Artículo de reflexión derivado del Proyecto “Aplicación bioética de la Responsabilidad Jonásiana: Un método desde la ecobioética para el enfoque de la Manipulación de Organismos Vivos, Recursos Fitogenéticos y sus Productos Derivados” como requisito para optar al Título de Doctor en Filosofía. Universidad Pontificia Bolivariana. En curso.

## **Resumen**

Migrar de la lógica educativa de mercado a una potenciadora del individuo, implica reflexionar la educación filosófica y éticamente. La Bioética como elemento del desarrollo, desafía las acciones educativas a identificar la filosofía como pensamiento y creación, aportando bienestar social; prioridad de las nuevas dinámicas del desarrollo académico e investigativo para superar las desintegraciones actuales. La reflexión, implicó revisar posturas, planteamientos y estrategias en consideración a cómo la bioética cercana a la educación, podrá formar las futuras generaciones y rescatará su importancia como “mediadora” hermenéutica de los diálogos ciencia y cultura, bajo circunstancias de globalización. Las revisiones indican



consenso en retos no logrados; efemeridad de derechos ante las tecnologías; una nueva riqueza inmaterial- información-, el conocimiento para crear valores que permitan al ser humano comprender legítima y éticamente el progreso; aspectos perentorios de la integralidad de la Educación como concepto. Jonas y otros, delinearon perspectivas epistemológicas bioéticas para formar sujetos responsables, éticos y coherentes con las necesidades técnicas y sociales. Un nivel del giro de la ética a la ética aplicada, desde marcos idóneos de autorrealización colectiva, sociedades más justas; donde poner en práctica la responsabilidad contribuya a lograr una educación inspirada en principios y finalidades humanistas, más que mercantilistas.

**Palabras Claves:** Educación y desarrollo, bioética, responsabilidad (educación), innovación educacional y Gobernabilidad

***Knowledge Management: Scenario of the Biopolitical Importance of an Education in Bioethics***

**Abstract**

To migrate of the educational logic of market to a potenciadora of the individual, it implies thinking over the philosophical education and ethically. The Bioética as element of the development, challenges the educational actions to identify the philosophy as thought and creation, contributing social well-being; priority of the new dynamics of the academic development and investigativo to overcome the current breakups. The reflection, it implied checking positions, expositions and strategies in consideration to how the bioética near to the education, will be able to form the future generations and his importance will rescue as "mediating" hermeneutics of the dialogs science and culture, under circumstances of globalization.

The reviews indicate consensus in not successful challenges; efemeridad of rights before the technologies; a new immaterial wealth - information-, the knowledge to create values that they allow to the human being to understand legitimately and ethically the progress; urgent aspects of the integralidad of the Education like concept. Jonas and others, they delineated perspectives epistemológicas bioéticas to form responsible, ethical and coherent subjects with the technical and social needs. A level of the draft of the ethics to the applied ethics, from suitable frames of autorrealización collective, more just companies; where put into practice the responsibility helps to



achieve an education inspired by beginning and humanist purposes, more than mercantilists.

**Keywords:** Education and development, bioética, responsibility (education), educational innovation and Gobernabilidad

## **Introducción**

“La utopía tiene dos aspectos: por una parte representa la crítica de lo existente; por otra, la propuesta de aquello que debería existir. Y su importancia estriba precisamente en el primer aspecto”

(Max Horkheimer)

Desde la declaración universal sobre bioética y derechos humanos. (UNESCO) Art. 12 literal b. 121, se identifica la necesidad perentoria de una reflexión ética sobre las Ciencias y Tecnologías, como problemas de la globalización y de la bioética global, en el progreso del saber y el proceder.

Hoy, en la era de la sociedad de la información existen entre continentes, países, regiones, comunidades, organizaciones y personas, situaciones que ‘deshumanizan’ el progreso y en él, a la educación como el proceso que contribuye al mismo y que alcanza sentido sólo en relación con el hombre, como aspecto del mundo del hombre. Esta sociedad advierte además, que la educación dejó de ser un tema exclusivo de ciertos actores para relacionarse con el empleo, la competitividad, el auto concepto, la disminución de la mortalidad, la participación política, y en general con muchos de los aspectos del mundo de la vida que la imponen no, como una carga gravosa, sino como utopía colectiva, donde se impone como mandato ir a la escuela, y ese mandato debe ser recibido y reconocido con alegría (Almandoz, et.al, 2010, p.19). Migrar de la lógica tradicional de mercado y de formación para el trabajo que no permite degustar y aprender con alegría; a una lógica potenciadora del individuo implica reflexionar la educación como tarea actual y urgente desde lo filosófico y ético, con dos vertientes: la gestión del conocimiento; y el afianzamiento en valores y virtudes.

El acto de educar, como acto político y ético que abre el camino al conocimiento y a la construcción de una nueva ciudadanía activa (Rodríguez, 2008) urge pensar en la integralidad de la Educación como concepto, y hacen perentorio revisar en sus

distintos niveles para generar condiciones y capacidades en la comunidad académica-para responder a esos nuevos desafíos-; y hacia la comunidad, para disponer del conocimiento como bien público y promover capacidades sociales para su apropiación, todas ellas, fuentes no académicas competentes y atractivas para encarar los problemas que la bioética no ha sabido resolver (Kottow, 2016, pág. 7).

En el trabajo, “El reto, ciencia, educación y desarrollo: Colombia en el siglo XXII”, Llinás determinó que las recientes crisis sociales y ambientales demuestran los avances del conocimiento humano requieren fundamentación en un contexto civilizador, desde el fin del bienestar social y el respeto por la vida” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL, 2018). En este contexto, podría darse el triángulo interactivo: educación, ciencia y desarrollo tecnológico iniciado en Colombia como “revolución positiva” desde los 90, y entrelazándose como ejes para el avance y desarrollo del país, porque la educación como madre de la ciencia y esta de la tecnología como áreas de la acción humana, requieren de marcos referenciales que permitan definir una estructura relevante para la sociedad (De Sabios, 1996, pág. 10) y cuyo logro estructural, requiere de manera urgente, de una sociedad cohesionada sobre la base de una ética que promueva la integración de la ciencia y la tecnología, a las distintas actividades de la vida nacional. Las demandas actuales y reales para que la actividad tecnocientífica y la ciencia no muestren únicamente ‘hechos’ sino que adquieran sabiduría y ‘cautela’ en sus afirmaciones, generan contextos de incertidumbres, inestabilidades, vulnerabilidades y prepotencias.

La bioética global igualmente presenta tensiones y contradicciones en tanto estancada en conceptos y silencios, irresoluta, marginada, desoída y precipitada por el rigor disciplinar y la tecnociencia, y como una bioética de apellidos, que aún no logra impregnar a la cultura, por lo que Locash le denomina bioética ministerial o bioética complaciente, al estancarse en declaraciones, marcarse en afirmaciones, conceptos y silencios o vacíos de los distintos tratados, acuerdos internacionales, y leyes, convirtiendo la moral en normas y leyes. También complaciente, al especificarse y enmarcarse en los objetivos del desarrollo sostenible, como acuerdos políticos degradados desde un proceso interpersonal de reflexión, a procedimientos institucionales que inhiben la narrativa de la ecobioética para la conservación y la sostenibilidad ambiental.

Los encuentros y desencuentros entre la educación y la bioética Global, estarán así, mediados por sus propias tensiones planteando desafíos y horizontes, para marcar y provocar a la educación, a trabajar, responder e impactar a la comunidad académica en la formación humanística, como una manera de superar las desintegraciones actuales en la gestión del talento humano inmersas hoy, en moldes mercantilistas encasillándola en la producción de saber para lo técnico e investigativo. Desde allí, se configura la importancia de una educación en bioética, como el elemento fundamental de desarrollo, cuyo desafío respecto de las acciones educativas estará en identificar a la filosofía con pensamiento y creación, para aportar a la búsqueda de riqueza y bienestar social, como prioridad en las nuevas dinámicas del desarrollo académico y la investigación. Una educación en bioética como elemento fundamental del desarrollo sustentable con dos vertientes: gestión del conocimiento; y afianzamiento en valores y virtudes, proyectados a calidad de vida, respeto al entorno biofísico; logrando avanzar en la calidad, crear conocimiento compartido e incorporar cambios y nuevas formas de proceder para desarrollar capacidades y generar conocimientos desde la interacción con el entorno inmediato.

A partir de la revisión de posturas y planteamientos para la gestión de estrategias educativas y de transformación, formuladas por corrientes, pensadores e instituciones, se asume que la bioética debe entrar en diálogo cercano con la educación para formar a las futuras generaciones y rescatar su importancia, como “mediadora” hermenéutica en los diálogos ciencia y cultura, bajo circunstancias de globalización, que logren superar esas desintegraciones actuales. Con Jonas, Gibbons y otros, se rastrean las posibles nuevas perspectivas epistemológicas, teóricas y metodológicas de la bioética de gestión del conocimiento científico y tecnológico, enmarcados dentro del desarrollo sostenible como puntual a las ventajas requeridas por Colombia para llegar a formar parte de los países con ciencia grande y central. Este trabajo busca aportar a la reflexión sobre la generación y aplicación del conocimiento que permita asegurar una sostenibilidad al preservar, manipular y usar de manera responsable la diversidad biológica del país y de esta manera aportar a potenciar esas ventajas y desde allí, generar un profundo progreso social y cultural; porque desde la filosofía como herramienta de cambio y transformación, el conocimiento científico y tecnológico requiere de construcciones conceptuales que avancen en la comprensión de la esencia de nuestra racionalidad y del fundamento de los procesos innovadores así como del papel de la Ciencia y la Tecnología en la vida cotidiana y el ejercicio investigativo al hacernos dueños de nuestro porvenir. Es desde

la reflexión ética sobre las desintegraciones actuales como las ambientales, sociales, económicas y políticas; todas ellas, donde subyace un principio ético específico: **la responsabilidad.**

La premisa fundamental de formar sujetos responsables con el conocimiento, muy éticos y coherentes con las necesidades técnicas y sociales, bajo criterios de calidad que transversalicen disciplinas y garanticen bienestar; propone un nivel de estudio para alcanzar el giro de la ética hacia la ética aplicada, donde con cada autor y línea de pensamiento podría desprenderse la configuración de marcos idóneos de autorrealización colectiva, desarrollo de sociedades más justas y solidarias, donde la puesta en práctica de la responsabilidad contribuya al desarrollo científico, tecnológico, académico, cultural, social y económico. Una bioética de la responsabilidad, en torno al análisis de la racionalidad de la ciencia que ha permitido que el hombre adquiriera poder ante las impotencias de la naturaleza que le rodea -incluyendo la propia-, corriendo el peligro de dejarse tentar por la prepotencia- abuso del poder y propia autosatisfacción- olvidándose de los otros diferentes a él, y haciéndolo incapaz de aceptar su propia debilidad y limitación.

Desde una bioética comprometida y no ajena a los asuntos y problemáticas de la educación, el capítulo propone rastrear perspectivas epistemológicas para un abordaje reflexivo y sistémico de las ingentes necesidades de formación en bioética, como curiosidad investigativa, como razón de ser y razón del obrar en un camino virtuoso y como abordaje, que complementa la gestión del conocimiento y el logro de los objetivos de desarrollo social. Perspectivas que, implican a su vez la gestión de nuevas estrategias de transformación educativa; y sugieren volver a la filosofía como herramienta de cambio y transformación; provocación y desafío, para que la bioética se convierta como la educación, en pensamiento crítico en los escenarios universitarios, culturales y escenarios sociales. Un pensamiento crítico que impregna, como un asunto cultural, pensamiento crítico de la bioética en la Educación que debe tratar de superar esos moldes numéricos y mercantilistas de la formación para la cobertura y para el trabajo; en lugar de una educación pertinente y eficaz desde lo humano, desde el cuidado de sí, de los otros y de lo otro.

Bioetizar escenarios, entonces es tarea presente, específicamente desde una biopolítica, que identifique lo coyuntural en la educación, desde su misión en el ámbito de cultura de la paz. Camino de consolidación hacia la paz, que exige una

educación que contribuya a formar buenos ciudadanos, capaces de resolver los conflictos pacíficamente, de fortalecer la reflexión y el diálogo, así como de estimular la sana convivencia. Se indica como desde este escenario biopolítico, en circunstancias de globalización, se podrán identificar las problemáticas mundiales y de país, como la gestión del conocimiento científico y tecnológico en el contexto general y Colombiano, con implicaciones de mediación hermenéutica de la bioética, entre la ciencia y la cultura, como aporte a las construcciones conceptuales que posibiliten, la comprensión de la esencia de la racionalidad y el fundamento de la innovación, para hacerse dueños del porvenir, como futuro inexorable, respecto a los avances, las aplicaciones tecnológicas del mundo de la vida y sus manifestaciones.

### **Metodología:**

El círculo hermenéutico, **como una vía alternativa para la comprensión y formulación de nuevos problemas filosóficos como los planteados la ética de la responsabilidad**, y específicamente **desde la bioética** como una responsabilidad relativa al otro, al ser humano presente, real y objeto de acciones transformadoras de la ciencia (De Siqueira, 2009, pág. 284).

La cuestión fundamental de reflexión fue la de analizar: *¿Cómo aplicar el Principio de Responsabilidad Jonasiانو, a partir de un modelo bioético dialógico entre la Ecobioética y la Educación, para que ampliando el principio se pueda identificar una filosofía aplicada, como pensamiento y creación?*

### **Desarrollo:**

#### **1. Perspectivas del aporte de la bioética a la formación del talento humano**

Bajo la influencia de las distintas corrientes educativas, teóricas y declaraciones internacionales; las nuevas dinámicas del desarrollo académico y la investigación, urge analizar la transición cultural de fin del siglo XX y comienzos del XXI; un mundo acelerado, contradictorio y de grandes incertidumbres. Incertidumbres que se trasladan a la Educación para responder a las necesidades de formación de capital humano.

Los planteamientos hechos en *“El Problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica”* (Escobar, 2017, pág. 407) dejan claro que el rol de la ciencia y la tecnología en el siglo XX, estuvo marcado por la consolidación de los estados nación y como instrumentos para las guerras, la de los químicos, los físicos y la guerra fría. La educación formal y tradicional, la contemporánea lógica neoliberal globalizada del sistema de “mercado” educativo desregularizado y desarticulado, delimitaron un progreso cuantitativo, materialista y meramente económico; que le restó importancia a lo cualitativo, al pensamiento complejo y la articulación ética, haciendo necesario entonces, retomar los objetos de formación e indicadores para responder desde la complejidad del sistema educativo, a la finalidad cualitativa, humana, donde emerge la carencia de una ética de religación del sistema, hacia la condición humana desde un pensamiento complejo con mentalidad abierta y religante. El rol social de las universidades trasciende las tareas de formación, para enfatizar la promoción de la producción de conocimiento y su uso, tanto en el debate político sobre los temas del desarrollo, como en el diálogo y la participación social.

En clave de humanidad el sistema educativo en armonía y coherencia con sus componentes cognitivos, psicológicos, físicos, sociales, políticos, religiosos y financieros, debe buscar , como finalidades el reconocimiento y el respeto del carácter moral del individuo-persona-ciudadano, la emergencia de la paz, la equidad y la justicia (Morin, 2014, p. 8)

Los pronunciamientos de los organismos internacionales y en ellos, la declaración universal sobre bioética y derechos humanos (Casado, 2014) identifican los requerimientos de una reflexión ética sobre las ciencias y las tecnologías, que defina las cuestiones éticas de las ciencias de la vida, para identificar al conocimiento, la ciencia y la tecnología como espacios presentes y cambiantes que requieren del reconocimiento de la libertad de investigación científica, como problema de la globalización y de la bioética global, en el progreso del saber y el proceder de la libertad de pensamiento (Art. 12 literal b). También, el fortalecimiento de redes de innovación y la prestación de los servicios sociales desde el impulso de la investigación y el conocimiento, han hecho posible que al reflexionar sobre los temas esenciales para el desarrollo mundial y nacional, los diferentes gobiernos y países hayan definido en las agendas mundiales la educación, la ciencia y la tecnología, como los vehículos

que habrán de conducirlos a la formación de individuos libres y creativos (Samper, 1996, pág. 7)

Desde la Teoría Jonásiana, la libertad tiene que ir acompañada de la responsabilidad, no desde la concepción ética convencional del mandato-obediencia, tampoco desde la autonomía desbordada; sino desde una “autonomía responsable”, con las propias obligaciones impuesta a cada quien e independientes del cumplimiento por los otros y de las consecuencias para nosotros. Tal y como indica Zuleta (2016)

La tercera parte del informe de la “misión de ciencia, educación y desarrollo de ciencia, educación y desarrollo”, sobre ciencia, tecnología y desarrollo, contempla que la capacidad de una sociedad para generar y aplicar conocimientos, se manifiesta, en la efectividad de sus respuestas a los desafíos que enfrenta (Samper 1996, pág. 102).

Colombia por mandato constitucional en el Preámbulo y los Artículos 70 y 71, ordena el fomento de la investigación científica y tecnológica desde un enfoque global, abordando la generación y uso del conocimiento a la sociedad y la cultura, vinculando ciencia y tecnología a instituciones sociales básicas y muy específicamente a la vida cotidiana; lo que la Misión denominó endogenización (p.75), que en apropiación crítica del conocimiento científico y tecnológico debe orientarse a establecer mecanismos y condiciones generadores de nuevas actitudes ante la ciencia y el conocimiento (p.103); situación ya afirmada por Hardin en la Tragedia de los Comunes, al partir de un supuesto implícito y casi universal de los análisis de las publicaciones científicas, respecto a que en la mayoría, los problemas tienen una solución técnica, indicando como desde Wiesner y York , en un artículo sobre el futuro de la guerra nuclear se había concluido a manera de predicción, que si las grandes potencias persisten en la búsqueda de soluciones únicamente en el área de la ciencia y la tecnología, el resultado sería que la situación empeorará aún más.

La bioética global, en referencia al proceso mismo de globalización, afirma que ésta implica la recomposición del sistema universitario para contribuir a la generación de utopías, la crítica epistemológica de las verdades desde las cuales se justifican las políticas de dominio, el desarrollo de estrategias de investigación y formación que contribuyan a la constitución de actores sociales y políticos democráticos (Aldana, 2002) y ( Beltrán Mora, 2011)

Se hace así, un llamado especial a una bioética global que no sólo tenga en cuenta los intereses económicos, sino también los políticos y sociales de las futuras generaciones y la defensa del ambiente. También, en búsqueda del equilibrio entre la garantía del respeto de los derechos y las libertades fundamentales, urgen planteamientos teóricos para hacer del problema abordado una filosofía en situación; y como filosofía práctica con Hans Jonas, estar en búsqueda de una respuesta ética del ser humano como Dasein viviente- Dasollen- frente al poder, ante la esencial vulnerabilidad de la vida. Jonas lo afirma cuando dice «A lo que ante todo tiene que referirse la responsabilidad por la vida, sea ésta individual o colectiva, es al futuro, más allá de su presente inmediato» (Jonas, 1995, pág. 184)

También a través del mito del gnosis, presentado por (Yañez C, 1997, pág. 7), Jonas ilustra su concepción sobre la responsabilidad y la ética. Una propuesta que busca derivar el "Deber ser" del "Ser" asignando al hombre un papel de cuidador de la naturaleza, para lo cual se debe actuar responsablemente.

*"Cuando yo era un pequeño niño vivía en el reino de mi casa paterna y me deleitaba en la riqueza y el esplendor de mi educación. Un día, fui enviado por mis padres desde nuestro país en el este a un lejano destino, con algunas provisiones. En la abundancia de nuestras riquezas se me ató una carga liviana, la que yo podía guardar. Mis padres me quitaron los fastuosos trajes que solía llevar y que en su amor habían hecho para mí; me despojaron también de mi estola escarlata que de manera adecuada a mi figura habían tejido y me encomendaron una tarea que fue escrita en mi corazón para que no la olvidara:*

*"Cuando tu bajes a Egipto y hayas recogido la perla que está en el medio del mar rodeado por un dragón, debes volver a vestirte con tu fastuoso atuendo y tu estola escarlata y compartir con tu hermano nuestra segunda herencia".*

*Con esta misión abandoné el Este acompañado por dos barcos del Reino y descendí al mundo por un camino difícil, lleno de peligros para un niño como yo.*

*Al pasar la frontera y bajar a Egipto mis acompañantes me abandonaron. Seguí mi camino hacia el reino del dragón dormido, esperando el momento para arrebatarse la perla. Estando solo resulte extraño para los habitantes de ese reino. Me vestí con sus atuendos para no parecerles forastero y así evitar que despertarán*



*al dragón y me impidieran tomar la perla. Pero de alguna manera notaron que yo no era un hombre de su tierra y me abordaron con sus argucias haciéndome probar su comida y su bebida. Con su alimento caí en un profundo sueño. Yo olvidé que era hijo de Rey, serví a su rey y no recordé más la perla por la que había sido enviado. Todo esto que me sucedía era observado por mis padres que se entristecieron por mí. Un mensaje se publicó en nuestro Reino que hizo que todos los nobles del Este vinieran a nuestras puertas a tomar una decisión sobre mí. Escribieron una carta en cuyas líneas se leía:*

*"Recibe, hijo nuestro en Egipto, de tu padre, el Rey de los reyes, de tu madre que reina en el Este, de tu hermano y de todos los nobles del Reino, nuestros saludos. Despierta y levántate de tu sueño y oye las palabras de esta carta. Recuerda la perla, por la que fuiste enviado a Egipto. Piensa en tus fastuosos vestidos y en tu gloriosa estola con las cuales serás adornado; ten presente tu nombre que habrá de ser leído en el libro de los héroes y en tu hermano, con quien compartirás la herencia de este, nuestro Reino".*

*Como un mensaje de luz fue enviada la carta que el Rey con sus poderes protegió de la maldad, de los niños de Babel y de los demonios rebeldes de Zerbuk. Ella se elevó con la forma de un águila y volando hacia mí se convirtió en toda palabra. Con su voz me desperté de mi sueño; la tomé, la besé y con su sello de amor partí. Reconocí en su mensaje las palabras que habían sido escritas en mi corazón. Inmediatamente recordé que era hijo de Rey y reclamé mi origen. Pensé en la perla por la cual fui enviado a Egipto y me di a la tarea de encantar al dragón que resoplaba fuego. Pronunciando el nombre de mi padre adormecí al dragón y tomé la perla. Me quité la impura y sucia vestidura y la abandoné en su país y dirigí mis pasos hacia la luz de mi patria en el Este.*

*En el camino de regreso encontré la carta enviada por mis padres y así como su voz me había despertado del sopor del sueño, ahora ella me conducía con su luz, iluminaba mi camino y atrayéndome con su amor, me dirigía. El suntuoso traje y la estola que me habían quitado cuando niño, fueron enviados por mis padres en mi camino de regreso. Al recibir mis vestiduras, recordé el olvidado brillo del atuendo que yo cuando niño había dejado en la casa de mis padres y al verme con estos trajes, apareció repentinamente la imagen de mí mismo y a la vez frente a mí mismo, como si fuéramos dos y al mismo tiempo uno con la misma forma. En este*

*estado, vi a lo lejos el movimiento palpitante del gnosís. Advertí que se disponía a hablar y oí el sonido de su canción que al descender, susurraba: Yo soy lo hecho por tu acción, por la que fui subido aliado de mi padre y me percibí a mí mismo como una GESTALT que de manera correspondiente con su obra crece. Y con su noble movimiento, se extendió sobre mí y se me ofreció de manera que yo debí tomarlo y punzándome con su amor, corrí a su encuentro para poder recibirlo. Me extendí y me adorné con la belleza de sus colores y me cubrí con la estola real, y ascendí hacia las puertas de la aclamación y la adoración".*

*Mito del Gnosís. Citado por Jonas 1991, p.9293-94-95*

Menciona que en el lenguaje simbólico del mito, la posada donde el hijo del rey se aloja es el mundo; Egipto, el reino de la materia; el dragón, la fuerza demoníaca del mundo, y la perla el alma o la presencia de Dios en el mundo que a su vez debe ser recogida de éste. Pero antes de esto el enviado debe caer en el mundo, "olvidar" su misión para que posteriormente pueda recoger su alma nuevamente del mundo. Esa "responsabilidad" le debe ser recordada para que pueda heredar un reino lleno de riquezas y encantamientos. De esta manera, en búsqueda de la riqueza y el bienestar social, las nuevas dinámicas del desarrollo académico y la investigación formulan como premisa fundamental, formar sujetos responsables con el conocimiento, éticos y coherentes con las necesidades técnicas y sociales, bajo criterios de calidad, transversalización de disciplinas y garantía de bienestar.

La bioética, asumiendo sus múltiples retos, para la gestión de gestionar estrategias educativas y de transformación social, será la base para el entrenamiento en los dos más grandes pilares del desarrollo personal y social: El Aprender a vivir juntos y el de Aprender a ser, "aprendizajes" que puedan abanderar el cumplimiento de la premisa fundamental de esa nueva educación responsables científica y éticamente. Desde Sauvé, en el Aprender a vivir juntos, se podrá desarrollar la comprensión de lo otro y de los otros, la percepción de las distintas formas de interdependencia, la realización de proyectos de interés común y el tratamiento de conflictos respetando valores como el pluralismo, la comprensión mutua y la paz; y en el Aprender a ser, el surgimiento de la propia personalidad, en condiciones de acción con creciente capacidad de autonomía, de juicio y de responsabilidad personal (1999, pág. 36)

Bajo este marco referencial, podrían implementarse las propuestas del Informe donde una comisión de sabios colombianos dio respuesta a la solicitud Presidencial (1990-1994) de formular unas propuestas nucleares para el avance de la educación y el conocimiento en Colombia, a párrafo final del ensayo-proclama Gabriel García Márquez, en el texto “Por un país al alcance de los niños” (p.12); propone, responder a la pregunta ¿para qué y para quién educar?, desde el diseño de la siguiente carta de navegación: Se trata de pensar y actuar con finalidad ética. Cometido de educar desde la Bioética, que implica dos caras complementarias, tal y como las enuncia en dicho texto: resistencia a la crueldad y a la barbarie, y realización de la vida humana con memoria y dignidad; lo que requiere de un acto individual de religación (consigo mismo, con el prójimo, con la comunidad, con una sociedad, con la naturaleza, con la especie humana)”. Desde el informe mismo, y el ensayo- proclama, los gobiernos del mundo han identificado así a la educación como una herramienta de transformación, que fortalece la democracia, genera movilidad social y reduce las desigualdades sociales y económicas (p.13).

Podrá afirmarse con Korowajczenko que la educación, como proceso personal y social de adaptación a las realidades del contexto y el momento, se constituye en responsabilidad social; un atributo inherente, que hace parte de su estructura ontológica de los individuos y las organizaciones educativas; desde la conciencia de qué valores y metas deben orientar sus decisiones, para hacerse responsables de ellas y de sus consecuencias y para ayudar a conformar una identidad, y un carácter propio (Korowajczenko, 2010, pág. 14). También Escámez, señala que si el proceso educativo no consigue esa predisposición de las personas para interrogar e interrogarse sobre la realidad que les rodea y sobre ellos mismos, para enjuiciar críticamente la información recibida, la vida común y la participación en los asuntos públicos; entonces habrá que suprimir lo de educativo (p.15). Desde toda esa multiplicidad de propuestas de educación, se han formulado diversos marcos comprensivos para el cumplimiento de esa gran tarea que incluyen: Una educación ciudadana, Una educación en perspectiva planetaria (Projet des Universités francophones de l’Est du Canadá, 1995); educación en perspectiva mundial(Dionne,1995), educación global (GPD, 1987), educación para el desarrollo de sociedades sustentables y la responsabilidad global (Consejo de la Tierra, 1994), educación para el desarrollo sustentable (UNESCO, 1992), educación para el futuro sustentable, la educación para la sustentabilidad (UNESCO, 1997), educación por un mundo solidario y responsable (FPH, 1997) y algunas otras (Maturana Moreno, 2016, pág. 34)

## **2. Perspectivas epistemológicas, teóricas y metodológicas de la importancia bioética de la gestión del conocimiento científico y tecnológico.**

La gestión social del conocimiento, definida por Carrizo, como abordaje epistémico que incurre en la transdisciplinariedad y en las deliberaciones éticas para la toma de decisiones informadas, se cruza con las de la bioética, enriquecidas con nuevas formulaciones y principios de argumentación, donde la competencia profesional y los datos obtenidos de la evidencia científica se convierten en requisitos básicos para la toma de decisiones morales. Ya en el contexto de la sociedad de la comunicación y del conocimiento, como nuevo paradigma social, se relacionan no sólo los contenidos educativos, sino también los dilemas a los que se enfrentan las decisiones humanas, implica una educación moral orientada a principios de validez universal y a la adquisición de virtudes.

Menciona Morín, que el individuo racional y emotivo es quien acota el imperativo categórico que requiere un buen comportamiento en pos de articulación - lo que denomina - una ética de religación, al caer en la cuenta de esa lucha contra la des-articulación o corrupción del sistema, desde la ética, como la base sobre la cual se constituyen los individuos autónomos y responsables, como expresión del imperativo de religación ética del sistema establece que:

Todo acto ético es de hecho y por ser eso, realidad más que ideal, un acto de religación: religación consigo mismo (ideas, fantasmas, sensaciones, ideales, compromisos, etc.), religación con el prójimo (unicidad-diversidad indispensable al doble mecanismo del yo), religación con los suyos (lazos familiares y afectivos), religación con la comunidad (lazos solidarios), religación con la sociedad (lazos históricos y socio-políticos), religación con la humanidad (lazos planetarios) y, en última y primera instancia, religación cósmica (lazos con las fuentes originales del universo) (2014, pág. 7)

### **2.1 Criterios de calidad técnica y humana para transversalizar disciplinas y garantizar bienestar**

Las construcciones conceptuales para avanzar en la comprensión de la esencia de la racionalidad y del fundamento de los procesos innovadores al hacerse dueños del

porvenir (Sarmiento Medina, 2013, pág. 30), obligan a pensar en el diseño de estrategias educativas de transformación, que asuman el compromiso más importante en materia de educación de las últimas décadas, al profundizar el mandato original, en el sentido de la exigencia ético-política de una educación moral para todos- del Foro Mundial de la Educación-, y de esta manera contribuir a impulsar los progresos significativos en el ámbito de la educación.

Colombia permeada por los problemas de bajo nivel de educación, elevada pobreza y violencia cotidiana comparte con los países de la región, como países en desarrollo el carácter de una ciencia pequeña y periférica, en contraposición con los países desarrollados de una ciencia grande y central (Parra L, 1995). Lo anterior, debido a la identificación de la trasmisión de información y el aprendizaje de fórmulas rituales con lo científico y teórico, que debilitan la relación con el conocimiento universal y privilegian la acción inmediata sobre la acción reflexiva. El país tratando de superar ese carácter, buscar reducir al máximo la tasa de analfabetismo y eliminar la deficiencia de formación en Ciencia y Tecnología en el sistema educativo secundario y superior; debe buscar un plan a largo plazo, que comprometa a los sistemas políticos y económicos de inversión en el sistema educativo, científico y tecnológico del país y a las actividades innovadoras en ciencia y tecnología, que incluyen a las tecnologías de la información y del conocimiento como las nanotecnologías y biotecnologías (Patarroyo, 1998, pág. 90)

Hoy, ciencia y tecnología, presentan caracteres antagónicos pues si bien son benéficas para la humanidad haciendo necesaria y posible su promoción y desarrollo por los Estados, en sus sociedades y entre sus ciudadanos, también presenta un carácter negativo al multiplicar la capacidad destructiva de los seres humanos respecto a ellos mismos y al planeta en general, poniendo en jaque uno de los ideales fundamentales del mundo moderno: el conocimiento científico y tecnológico, caracteres que han sido discutidos desde distintos ámbitos, análisis y posturas académicas, desde distintas formas, unos en su defensa, tal y como lo plantea el análisis de Monterrosa (2015) en una defensa acérrima de la ciencia y la tecnología como productos culturales que nos hacen más humanos; otros como Hans Jonas desde la ecobioética, como preocupación medioambiental, afirma que la crisis de la modernidad está en el totalitarismo tecnológico y estima que en la tecnología no hay nada de bueno en sí mismo (Álvarez Díaz 46).

En relación con el objetivo central de la Educación, Conferencias como la de Bombay (1952), El Cairo (1954), Lima (1956) y Karachi y Addis Abeba (1960), creyeron factible lograr para 1980, algunas metas respecto a alfabetización y la escolarización universal; pero en 1990, las estadísticas indicaron la existencia de más de 100 millones de niños y niñas sin acceso a la escuela y más de 900 millones de adultos analfabetos en el mundo, que hacen necesario el reconocimiento oficial del fracaso" de los llamados compromisos internacionales (Bousquet ctd por Torres).

En París, la Conferencia Mundial de Educación Superior de la UNESCO, aprueba la Declaración Mundial Sobre la Educación Superior en El Siglo XXI: Visión y Acción y Marco de Acción Prioritaria para el cambio y el desarrollo de la Educación Superior (2008); que además de considerar una gran demanda de educación superior, diversificación y mayor toma de conciencia de la importancia para el desarrollo sociocultural y económico y la construcción del futuro, y **de responsabilidad a las nuevas generaciones para estar preparadas con nuevas competencias y nuevos conocimientos e ideales**; expone los problemas cognitivos que permanecen ignorados en el proceso educativo y plantea además, que la educación superior debe hacer frente a la vez a los retos de los desafíos y dificultades relativos a la financiación, la igualdad de condiciones de acceso a los estudios y en el transcurso de los mismos, una mejor capacitación del personal, la formación basada en las competencias, la mejora y conservación de la calidad de la enseñanza, la investigación y los servicios, la pertinencia de los planes de estudios, las posibilidades de empleo de los diplomados, el establecimiento de acuerdos de cooperación eficaces y la igualdad de acceso a los beneficios que reporta la cooperación internacional; que suponen nuevas oportunidades a las tecnologías, que mejoran la manera de producir, organizar, difundir y controlar el saber y de acceder al mismo.

En Marzo de 1990, en Jomtien, Tailandia, bajo las consideraciones de la Conferencia Mundial sobre "Educación para Todos" (EPT), Cuatro organismos internacionales UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura), UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia), PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) y el BANCO MUNDIAL auspiciaron y formaron una Comisión Inter-Agencial para el seguimiento a la iniciativa de 155 gobiernos presentes, quienes suscribieron una Declaración Mundial y un Marco de Acción para asegurar una educación básica de calidad a niños, jóvenes y adultos (Torres, 2000)

Con el propósito de evaluar los resultados de las acciones anteriores, el mandato una “Educación para Todos” de la UNESCO en 2000, realiza el Foro Mundial de la Educación en Dakar, Senegal, como marco para el diseño y la ejecución de políticas educativas a nivel mundial; se redacta así, una declaración que formula la relación entre ética, política y educación y se profundiza el mandato original, en el sentido de la exigencia ético-política de una educación moral para todos:

Las políticas que norman el desarrollo educativo deben estar inspiradas por valores humanos fundamentales, de modo que el servicio educativo contribuya a la mejor realización de las personas y de las sociedades. Los actuales indicadores utilizados para evaluar dicho desarrollo, centrados en el avance de la cobertura y de la eficiencia de los sistemas escolares, no revelan la contribución de la educación a esos valores fundamentales: el desarrollo integral de los educandos, la formación de su conciencia, el ejercicio responsable de su libertad, su capacidad para relacionarse con los demás y para respetar a todos (UNESCO, 2000, pág. 4)

A partir de la Iniciativa Mundial “La educación ante todo”, donde la función de los gobiernos y de las organizaciones regionales, intergubernamentales y no gubernamentales se da para impulsar el compromiso político en pro de la educación, en los 90s Colombia, influenciado internacionalmente, formuló dos grandes concertaciones; la Ley General de la Educación y el Primer Plan Nacional Decenal de Educación (Cajiao, 2004). De conformidad con el Artículo 67 de la Constitución Política, la Ley General de la Educación, Ley 115 de 1994 estableció en su Artículo 5, Numeral 1, entre los fines de la educación:

1-El pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos; 2-La formación en el respeto a la vida y a los demás derechos humanos, a la paz, a los principios democráticos, de convivencia, pluralismo, justicia, solidaridad y equidad, así como en el ejercicio de la tolerancia y de la libertad; 3-La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultura de la Nación; 4-La formación en el respeto a la autoridad legítima y a la ley, a la cultura nacional, a la historia colombiana y a los símbolos patrios; 5-La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber; 6-El estudio y la comprensión crítica de la cultura nacional y de la diversidad étnica y cultural del país, como fundamento de la unidad nacional y de su identidad; 7-El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la investigación y el estímulo a la creación artística en sus diferentes manifestaciones; 8-La creación y fomento de una conciencia de la soberanía nacional y

para la práctica de la solidaridad y la integración con el mundo, en especial con Latinoamérica y el Caribe; 9-El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de la vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país; 10-La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de la vida, del uso racional de los recursos naturales, de la prevención de desastres, dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la Nación. 11-La formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social; 12-La formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de problemas socialmente relevantes, la educación física la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre, y 13-La promoción en la persona y en la sociedad de la capacidad para crear, investigar, adoptar la tecnología que se requiere en los procesos de desarrollo del país y le permita al educando ingresar al sector productivo” (Ley General de la Educación., 1992).

Posteriormente a través del documento “Política Pública de Excelencia para la Educación Superior, Acuerdo por lo Superior 2034”, contempla que “una de las conclusiones del diagnóstico obtenido como fruto del diálogo, es la de que Colombia cuenta con un sistema de educación superior que aunque consolidado estructural y normativamente, organizativamente, se haya desarticulado...” (Rodríguez M. J., 2014). Al respecto, en el Prólogo, de la Política Morín cree que las condiciones están dadas, para el cambio social, con la educación como órgano maestro.

Ese reconocimiento del Artículo 5 y lo planteado, identifica que:

Colombia, por su diversidad étnica, cultural y lingüística, su mestizaje ejemplar, su desmesura generosa y creativa, y su capacidad reciente de estar en constante búsqueda de prueba y error, tiene futuro como una sociedad libre y con una gran capacidad de resiliencia, metamorfosis y renacimiento (Morin, 2014, pág. 6)

En este panorama y frente a la pregunta ¿para qué y para quién educar? muchos han abordado teóricamente la pregunta, pero por la especial atención a las nuevas tendencias, se sigue la propuesta de Edgar Morín, que en sus distintos trabajos, y específicamente en la Política, propone como finalidad del proceso educativo, determinar desde el pensamiento complejo, que en lo educativo, la finalidad cualitativa de un sistema vital y espiritual; es quién permitirá la articulación mente-corazón, materia-espíritu, medios-fines, sujeto-objeto, como una manera de entrelazamiento complejo entre el individuo, la sociedad y la naturaleza. De esta manera, la dinámica Ciencia e Investigación plantea a las sociedades contemporáneas desafíos como la responsabilidad social universitaria, la ética del conocimiento y



algunos otros paradigmas en relación con las problemáticas globales y locales; todos asumidos desde el nuevo “contrato social” Universidad-Sociedad. Allí, la educación, juega un papel importante, pues el vínculo Universidad-sociedad, es el llamado a permitir transformaciones sustantivas en la gestión social, desde la generación y distribución social de conocimiento, condición fundante del desarrollo. Morín, ya desde Los siete saberes necesarios para la educación del futuro, había propuesto una carta de navegación mental o metodología del pensamiento complejo para responder a las preguntas ¿Cómo canalizar las fuerzas disipadoras del mercado liberal? ¿Cómo educar en ética de religación?

También bajo la coordinación general de la UNESCO, a través del Foro Consultivo Internacional para la "Educación para Todos" (EFA Forum), se evaluó a nivel regional y global, la marcha del programa, comprobando que, a pesar de los esfuerzos políticos por mejorar, transformar y modernizar los sistemas educativos, no se había logrado cumplir con las exigencias y nuevos problemas surgidos ante las nuevas soluciones (Anexo 1: Indicadores de Evaluación del Programa). Es relevante entonces, unirse a Carrizo cuando afirma que el paisaje universitario, cada día más complejo y diverso, interpela al debate académico, y a Morín para interrogarse acerca de cómo construir conocimiento social y teóricamente pertinente a los distintos agentes involucrados, así como a la sociedad en su conjunto (2004)- Pertinente desde una finalidad razonable, solidaria y generosa del sistema educativo (Acuerdo por lo Superior 2034), como plataforma de base, posición consensuada y aceptación de razonabilidad y ponderación; que contempla análisis críticos, diálogos regionales, investigaciones especializadas, referentes internacionales, valoraciones y tomas de posición, encuentros en torno a calidad, pertinencias y viabilidad para la sociedad colombiana en relación con la demanda local y global. En esa pertinencia, el saber de la ética del género humano; establece que además de las éticas particulares, la enseñanza de una ética válida para todo el género humano es exigencia de nuestro tiempo, pues el bucle individuo « » sociedad «» especie, se considera la base para enseñar la ética venidera:

Desde el bucle individuo « » sociedad surge el deber ético de enseñar la democracia de consensos y aceptación de reglas; pero también la democracia de diversidades y antagonismos y

desde el bucle individuo « » especie, se fundamenta la necesidad de enseñar la ciudadanía terrestre. Queda pendiente responder en cada acto, para que sea justo, y

en cada comportamiento, para que sea ético, a la pregunta ¿para qué y para quién educar? (2014, págs. 10-11).

## **2.2 Estrategias educativas y de transformación social: la bioética en diálogo cercano con la educación.**

Desde el giro de la ética hacia la ética aplicada, se propone gestionar estrategias educativas de transformación donde la bioética entre en diálogo cercano con la educación, para educar a las futuras generaciones respecto de su importancia, como “mediadora” hermenéutica en los diálogos permanentes entre ciencia y cultura, en las circunstancias de globalización, superando las desintegraciones actuales. La bioética dialoga muy de cerca con la educación.

Tradicionalmente su inicio estuvo especialmente relacionado con la ética de la biosfera, es decir, con educación ambiental. Los asuntos bioéticos, décadas después de su nacimiento, estuvieron centrados en el sector de la investigación y el ejercicio de la clínica; no obstante, el desarrollo de la bioética ha empezado a entrever las relaciones de sus problemáticas con asuntos sociológicos, políticos y también ambientales. Hoy desde la bioética se pretende, no solo la sensibilización bioética, sino la modificación de comportamientos y actitudes, como retos grandes y numerosos (Sarmiento Medina, 2013, págs. 29-30)

Por tanto, al analizar la educación como el ejercicio de responsabilidades compartidas entre actores sociales variados, con capacidades variables para apoyar esas transformaciones; se establece un compromiso para plantear metas y acciones y avanzar a niveles más altos de bienestar y calidad de vida, desde el ámbito de los valores y las virtudes, proyectados a calidad de vida, respeto al entorno biofísico; logrando calidad, crear conocimiento compartido e incorporar cambios y nuevas formas de proceder para desarrollar capacidades y conocimientos desde la interacción con el entorno inmediato.

La cuestión fundamental de posibilidad de aplicación del Principio de Responsabilidad Jonasiano, desde un modelo bioético dialógico; Ecobioética-Educación, de tal forma que, ampliado este principio, permita identificar a la filosofía con pensamiento y creación, como lo afirman Monterroza y otros, para emprender, tanto la tarea de hacer visibles las tramas de la realidad, en las relaciones de poder, las

estructuras políticas y las formas de obtener conocimiento fiable, inherentes y ligadas a la condición humana; como la de pensar la crisis social mundial como parte de las evidentes desarticulaciones actuales: desarticulación entre ciencia, tecnología, educación y contexto para lograr el desarrollo (Echeverri Jimenez, 2007) , desarticulación entre los planos de pensamiento y el quehacer de los maestros, la ruptura entre la diferencia formal y la de natura, donde la tarea de educar hoy, se de en pos del pensamiento y la creación de la bioética.

Como **pensamiento**, en ideas para vivir las realidades multifacéticas y vivir mejor cada matiz de la existencia para “Acceder al extrañamiento de lo otro, de los otros y desde luego de nosotros mismos”. Desde los problemas de tipo conceptual, estructural, epistemológicos y éticos, al concepto de educación, también se le asocia con problemas de índole cultural. Como realidad cultural, no puede ser interpretada dentro del marco de análisis de la modernidad /postmodernidad, porque este marco referencial, no sería útil al desarrollo de un pensamiento crítico, porque desde el paradigma de la modernidad, se le encuentra inadecuada para un proyecto reconstructivo del cuidado de sí y de los otros en el contexto planetario biocentrista, tal y como parece ser la función central de la bioética en la enseñanza.

También, desde la explosión tecnológica que modifica el acervo universal del conocimiento, como un hecho asociado a la acción y que no es independiente del actor, la cualidad de la educación socialmente responsable, presenta impactos múltiples que se extienden a los valores en los procesos humanos del conocer, del hacer, del relacionarse y del ser, señalados por la UNESCO en las cuatro vías de los aprendizajes fundamentales: “aprender a conocer”, “aprender a hacer”, “aprender a vivir juntos o convivir” y “aprender a ser”. Esto implica “desaprender” lo aprendido y mirar con nuevos ojos, la misma realidad, ya que esta organización, tanto para la educación intelectual como ética, declara que la principal finalidad de la educación es el pleno desarrollo del ser humano, lo que rebasa el orden económico e incorpora su dimensión moral, cultural y ecológica.

Como **creación**, los inicios de la bioética como disciplina estuvieron relacionados con la ética de la biosfera-educación ambiental-; ética ambiental (Ecoética)-, décadas después, se centra en el ejercicio clínico y la investigación, dando origen a nuevas líneas: bioética Médica y Salud Pública, bioética Global y Complejidad y bioética, biopolítica y biojurídica. Como parte de esos grandes y numerosos retos bioéticos actuales.

### **2.3 Desarrollo Sostenible como Puntual de Aporte a las Ventajas Requeridas por Colombia para formar parte de los países con ciencia grande y central, y generar progreso social y cultural.**

Los distintos compartimentos de la acción humana, han empezado a disolverse durante las últimas décadas y muchos problemas han adquirido un carácter global que ha convertido “la situación del mundo” en objeto directo de preocupación. Los análisis del Worldwatch Institute, proporcionan, desde sus estadísticas anuales, una visión bastante sombría, pero fundamentada de la situación ambiental del Planeta Tierra (Vilches Peña, 2000, pág. 39)

La Riqueza de las Naciones” (1776) popularizó “la mano invisible”, la noción de que un individuo que “procura solo su propia ganancia” actúa como si estuviera “guiado por una mano invisible que lo conduce a promover... el interés público” A. Smith, *The Wealth of Nations* Modern Library, New York, 1937, p. 423, citado por (Hardin, 2007), quien afirma;

Cada ser humano está encerrado dentro de un sistema que lo conmina a incrementar sin límites su rebaño, en un mundo que es limitado. La ruina es el destino hacia el cual todos los seres humanos se precipitan, cada uno buscando su propio mejor interés en una sociedad que cree en la libertad de los (bienes) comunes. La libertad en los bienes comunes conlleva entonces la ruina para todos (p.27)

En ese contexto, la extinción masiva de especies, y muchos otros problemas ecológicos, se atribuyen a la acción humana, generando crisis a escala mundial (Lambertini, 2018, pág. 28) En Colombia las cifras de los informes diagnósticos de la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES) ilustran dicha crisis, al indicar que 1200 especies amenazadas por deforestación y contaminación, consecuencia de la ganadería extensiva, las plantaciones ilegales de marihuana y coca y las operaciones mineras clandestinas; haciéndola evidente. Estas crisis exhiben con rigor extremo, tanto las limitaciones de la ética antropocéntrica de la “fortaleza” del mercado globalizado y recursos mundiales como un fondo común. Limitaciones a superar para evitar la planetaria “tragedia de los comunes” (Hardin, 2007), como los conflictos vinculados al desconocimiento y/o la explotación abusiva de esta biodiversidad.

Desde la Conferencia de la Biosfera (UNESCO, 1968), se empieza al asumir que el hombre es parte integrante de la biosfera y no su verdugo o domador, y se establecen las primeras pautas para incorporar la Educación Ambiental al sistema educativo, tarea emprendida en sus inicios en Reino Unido, Francia y países nórdicos, tratando de educar bajo la premisa “el hombre en equilibrio con el medio ambiente” (Moreno), pero es en octubre de 2017, durante la Segunda Reunión de la Conferencia Regional sobre Desarrollo Social de América Latina y el Caribe, en Montevideo, definió la Agenda Regional de Desarrollo Social Inclusivo, con fundamento en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL, 2018, pág. 7). Documento, al mismo tiempo, orientador en la elaboración de la agenda regional de desarrollo social inclusivo, y los debates de la Segunda Reunión de la Mesa Directiva de la misma Conferencia Regional, en Ciudad de Panamá en el pasado septiembre de 2018, cuyo objetivo, ha de ser el sostener los avances de las últimas décadas, prevenir retrocesos y avanzar hacia el gran imperativo civilizatorio de la Agenda 2030, el desarrollo social y sus políticas prioritarias para alcanzar el desarrollo sostenible, en el contexto de las dinámicas emergentes, como el cambio tecnológico y las transformaciones del mundo del trabajo. Llamados por Hardin como los problemas sin solución técnica: la transición demográfica y acelerado proceso de envejecimiento, los cambios en las dinámicas migratorias; el cambio climático, la contaminación y la degradación del medio ambiente y la mayor frecuencia de desastres, y la necesaria transición hacia una economía ambientalmente sostenible (pág. 11).

La educación y la acción ambiental al mejorar las relaciones ecológicas, incluyendo las del hombre con la naturaleza y las de los hombres entre sí (Sarmiento Medina, 2013, pág. 36), se encuentran presentes tanto en el debate de los antropocentristas, como en el de los de no antropocentristas, como argumento para proteger la biodiversidad; porque la necesidad de proteger los recursos naturales y creados trasciende las fronteras; máxime en un momento y lugar, donde la tecnología se ha convertido en parte importante de la vida cotidiana personal y profesional y porque desde la sustentabilidad del desarrollo, como “finalidad de humanidad” (UNESCO, 1997), también se percibe como un valor supremo en el cual convergen otros valores, tales como respeto, solidaridad y responsabilidad (Sauvé, 1999, pág. 16)

El Acuerdo de Mascate, de la Reunión Mundial sobre la Educación para Todos (EPT) de 2014, sirvió de fundamento para las metas de educación propuestas por el Grupo de Trabajo Abierto sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La educación como motor principal del desarrollo y para la consecución de los objetivos del Desarrollo Sostenible ODS, en la Declaración de Incheon 2015 presenta como visión de la Educación a 2030, una concepción humanista de la educación y del desarrollo basada en los derechos humanos y la dignidad, la justicia social, la inclusión, la protección, la diversidad cultural, lingüística y étnica, y la responsabilidad y la rendición de cuentas compartidas. Así, la educación como bien público, un derecho humano fundamental y la base para garantizar la realización de otros derechos. Es esencial para la paz, la tolerancia, la realización humana y el desarrollo sostenible (UNESCO, 2015 , pág. 7)

En razón de esta búsqueda, el desarrollo no ha de entenderse como mero progreso científico-tecnológico o crecimiento económico, sino que la sustentabilidad económica, política, social y ambiental, se convierte en la base del sistema ético de la ingente reforma educativa propuesta. Para algunos actores sociales, la sustentabilidad más que un valor contable, subraya la preocupación de asegurar la sustentabilidad de los recursos a la luz de la sustentabilidad de los beneficios; perspectiva, donde la solidaridad se percibe como una herramienta de la sustentabilidad.

Desde la educación como producto con soporte intangible, como un servicio inmaterial, que trae consecuencias culturales y sociales, educación, trabajo, salud, justicia y previsión social, está dentro de la esfera de lo que se denomina “bien común” y se relacionan con el “mores” o “ethos” de cada persona, desde allí, las prácticas éticas estarán condicionadas a la capacidad que todo individuo tiene de conocer y aceptar las consecuencias de sus acciones, respondiendo a unos estímulos que le interpelan y le impulsan a tomar determinadas decisiones que se convierten en acciones (Korowajczenko, 2010). Específicamente la Ley General de Educación en Colombia- Ley 115 de 1994, Artículo 25, menciona que la formación ética y moral se promoverá en el establecimiento educativo a través del currículo, de los contenidos académicos pertinentes, del ambiente, del comportamiento honesto, de la aplicación recta y justa de las normas de la institución, y demás mecanismos que contemple el Proyecto Educativo Institucional.

En los años 20 Jahr señalaba que la bioética, no como término sino en tanto concepto y misión, ha existido en la humanidad prácticamente desde la prehistoria y

no ha sido el patrimonio de una sola cultura o de un solo continente: como respeto por el bios de todo el mundo, no sólo de los seres humanos, también de las plantas y los animales, del medioambiente, natural y social, en fin, del planeta:

la reverencia taoísta ante la naturaleza, la compasión budista ante toda forma de sufrimiento, la apelación de Francisco de Asís a ser solidarios y fraternos con las plantas y los animales, y la filosofía de Albert Schweitzer sobre el respeto hacia todas las formas de vida en apoyo de sus misiones médicas en África, son los principales ejemplos de un profundo compromiso humano.

En el nuevo conocimiento fisiológico y los desafíos morales asociados al desarrollo de sociedades laicas y pluralistas, Jhar redefine las obligaciones morales hacia las formas de vida humana y no humana y destaca el concepto de la bioética como una disciplina académica, como un principio cultural y moral fundacional, y como una virtud. Argumenta que como nueva ciencia y nueva tecnología requiere de reflexión filosófica y determinación, por ello, promueve tanto una normativa y visión práctica de la bioética, como de sus disciplinas subalternas (Martin Sass, 2011)

### **3. Educación para la responsabilidad: Un enfoque desde la biopolítica**

El sentido de la política es la libertad.

HANNAH ARENDT

Al enfrentar el reto que se le plantea a la educación, frente a la tarea de una educación para la responsabilidad ciudadana, como una manera de enfrentar los problemas éticos y político, en el marco de las crisis y conflictos de pobreza, inequidad e injusticia; la relación ética, política y educación, analiza la crisis del sistema educativo mundial y nacional a partir de una categoría ética: la responsabilidad.

La responsabilidad en tanto concepto del ámbito de la ética filosófica, desde Weber en su diferenciación entre ética de la intención y ética de la responsabilidad, introduce la obligación moral del individuo de responder por las consecuencias de sus acciones (Weber citado por Wester 2008). Una ética de la responsabilidad, como una ética pública, que pretende dar respuesta a los problemas que plantea el pluralismo de

sistemas de valores y de normas sociales, y al carácter cada vez más científico, tecnológico y racional de la cultura occidental. Allí, la Ecoética, no en una dimensión aislada sino en articulada a una ciudadanía global, considera que se es responsable tanto de acciones, como de omisiones, y su pretensión, no puede ser sólo, la sensibilización, sino la modificación de comportamientos y actitudes (Sarmiento Medina, 2013, págs. 29-30).

La reflexión de una ética en perspectiva futuro-presente, ha sido abordada por autores como Potter, Jonas, y Habermas desde el análisis del surgimiento de la bioética en relación a los pro y contra de los adelantos tecnocientíficos y cuyo interés filosófico se halla en la aplicación de un Principio de Precaución o heurística del temor que permite controlar los riesgos y minimizar los efectos. Resalta en Habermas, la necesidad de analizar todas las opciones, posibles: “.....la tecnificación de la naturaleza humana que provoca un cambio en la autocomprensión ética de la especie, un cambio que ya no puede armonizarse con la autocomprensión normativa de personas que viven autodeterminadamente y actúan responsablemente (Habermas, 2002, pág. 61)

Potter, especifica una ética de la obligación, del compromiso y la responsabilidad (1975), desde la ligazón del ser humano a los demás, a la vida, a los ecosistemas, a la naturaleza; alianzas para ser responsables y donde el problema no sea más frente al objeto de investigación, ni sino quienes debemos ser responsables. Potter ampliado desde Jonas, en un nuevo imperativo: “Actúa de tal modo que los efectos de tu acción sean compatibles con la permanencia de una vida humana auténtica”, o expresándolo de modo negativo: “No pongas en peligro la continuidad indefinida de la humanidad en la Tierra” (De Siqueira, 2009)

Hans Jonas, desde la ecobioética como preocupación medioambiental, afirma que la crisis de la modernidad está en el totalitarismo tecnológico y estima que en la tecnología no hay nada de bueno en sí mismo (Alvarez-Díaz, 2007 , pág. 46); y comparte intereses de la filosofía del Siglo XX, al tener como centro de análisis las éticas aplicadas, como la tecnobioética y la ecobioética. Por eso, ante la certeza que uno de los dos o tres vectores planetarios de la Investigación científica para el Siglo XXI es la biotecnología basada en el conocimiento de las especies naturales, la Manipulación de Organismos Vivos y Recursos Fitogenéticos y frente a la ecobioética, como preocupación medioambiental, Jonas, ha querido trabajar la posibilidad de



aplicación del Principio de Responsabilidad y por sustracción de materia del principio de precaución, ambos principios como aquellos que hacen posible como éticas argumentativas tomar decisiones en tecnociencia evitando su mal uso y la lógica utilitarista que mercantiliza la vida.

En Jonas se trata, en línea con su principio de responsabilidad, de descubrir una cierta dinámica destructiva de la ciencia y la técnica y de analizar críticamente la relación entre la invención de nuevas técnicas y las necesidades reales o culturalmente reconocidas de la sociedad y de los individuos. Miranda también lo plantea desde su trabajo: “Un análisis de la crítica a la ética jonasiana”, al afirmar que Jonas, analiza como problema de la ciencia moderna, el hecho de que Darwin haya eliminado a la teleología de la naturaleza y trata de recuperar el imperativo de la vida y superar ese déficit. Desde su visión del mundo, desde una propuesta ética normativa ligada a la acción, Jonas aporta a la organización e impacto políticos, con su tarea intelectual de descubrir los orígenes filosóficos de la crisis de la civilización occidental y de sugerir de manera experimental, una nueva y positiva orientación a la humanidad (Wolin, 2003, pág. 8).

Desde la Biopolítica, Gracia Guillen en “de la bioética clínica a la bioética global: treinta años de evolución” (Gracia Guillén, 2002), señala tanto la necesidad, como la importancia del surgimiento de nuevos derechos humanos; los derechos ecológicos y del medio ambiente, los derechos de las colectividades y los derechos de las futuras generaciones; derechos que se vienen considerando desde la visión del movimiento mundial en pro de la Educación para Todos, puesta en marcha en Jomtien (1990) y reiterada en Dakar (2000) como visión y voluntad política reflejadas en numerosos tratados de derechos humanos internacionales y regionales en los establece el derecho a la educación y su interrelación con otros derechos humanos.

Arendt, establece la acción como la actividad humana de autorrevelación y heterorevelación; lo que plantea la convicción de que la educación, como acción educativa, tiende a reforzar la esfera pública desde su ámbito específico. En La Condición Humana, libro que para muchos es la principal obra teórica de Arendt, la acción, la actividad política, aparece descrita, por encima de la labor y el trabajo, como aquella actividad a través de la cual el individuo se realiza como propiamente humano: “Mediante la acción y el discurso, los hombres muestran quiénes son,

revelan activamente su única y personal identidad y hacen su aparición en el mundo humano (Rodríguez J. , 2008).

El problema ético central de la relación entre política y ética, es la legitimidad del poder (Müller, Chr (1992) “Verantwortungsethik“, citado por Jutta H. Wester, en Dimensiones y retos de una educación para la responsabilidad ciudadana), por lo que en los contextos reales de acción, los principios de la ética de la intención y los de la ética de la responsabilidad entran en tensiones que requieren de conciliación o complementación (De Zan, 2004) .

En razón a lo anterior, el Informe Delors al “pensar y edificar nuestro futuro común” (Delors, 1997, pág. 36) , endilga a la educación otra gran tarea, y es la de afrontar el dilema de la mundialización, como problema situado en el núcleo del desarrollo de la persona y las comunidades. Es ella, quien tiene la misión de permitir a todos hacer fructificar todos sus talentos y todas sus capacidades de creación, implicando que cada uno pueda responsabilizarse de sí mismo y realizar su proyecto personal (p.12); finalidad que coincide con las posibles intenciones educativas del pensamiento Jonasiano, cuando establece las condiciones en las que debe existir el hombre del futuro.

### **3.1 Educación y Civilidad**

La educación para la responsabilidad no puede darse sin el ejercicio y entrenamiento práctico de la participación democrática en lugar de las estructuras y comportamientos de autoridad y represión. El diccionario de la Real Academia de Lengua Española (DRAE) define gobernanza como el “arte o manera de gobernar, y propone como objetivo el logro de un desarrollo económico social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el estado, la sociedad civil y el mercado de la economía”.

Calame, la contextualiza afirmando que como forma de gobernar cooperativa difiere para diferenciarse en su forma moderna de participación, cooperación y aplicación de las políticas públicas; con el ejercicio autócrata de quien se imponía sobre los grupos y ciudadanos. Se indica en la estructura moderna de la gobernanza, la no jerarquía, sino la corporación y formación de redes. Indica que:

La gobernanza es la gestión imparcial y transparente de los asuntos públicos por medio de la creación de un sistema de normas aceptadas son constitutivas de la autoridad legítima, con el fin de promover y valorizar los valores sociales hacia los cuales apuntan los individuos y los grupos (Calame, 2009 , pág. 112)

Lawrence Kohlberg, indica que la ausencia del Estado de derecho en la mayoría de los países latinoamericanos desestima la autoridad, el mantenimiento del orden y el cumplimiento de las normas; por esto, analiza que cuando un grupo social se queda en el nivel convencional del desarrollo moral, internaliza la norma moral, pero su acción se orienta a la conformidad con roles sociales y en agradar a otros, lo que hace indispensable un cambio de esquemas del desarrollo de la conciencia moral, que describe como necesarios para formar en ciudadanía, desde el comportamiento de los líderes sociales y políticos. Propone luego un nivel posconvencional, capaz de mantener un orden convencional y la ley; pero que potencie la capacidad de los individuos de orientar sus acciones de modo autónomo bajo principios de una moralidad universal, como dignidad humana y justicia. Lo que complementa Korowajczenko, al afirmar que por su carácter atemporal, las virtudes éticas universales serán la guía para lograr un elevado grado de transparencia; contribuyan a asentar valores básicos de la sociedad tales y como: solidaridad, respeto a los demás, civismo, tolerancia, interés por los problemas ajenos, cohesión social, honradez, capacidad de esfuerzo y de emprender iniciativas, veracidad entre otros (2010 7).

Kohlberg, establece, como desafíos más apremiantes de la ética pública mundial y local y de la educación para la responsabilidad cívica:

(1) Articular cada una de esas dimensiones de responsabilidad, para valorar la ley y las normas públicas; en tanto conocimiento de su rol social y mundial; pero desde su cumplimiento efectivo por introyección de la misma responsabilidad, con basamento en el reconocimiento del Estado Social de Derecho, y de las obligaciones que se contemplan en este tipo de Estado respecto al cumplimiento de las normas. Sólo desde allí, la educación podrá aportar el carácter liberador y emancipador que analice las normas vigentes, las reformas ingentes sobre la base de principios de alcance y validez universal, como los derechos humanos, la libertad y la solidaridad.

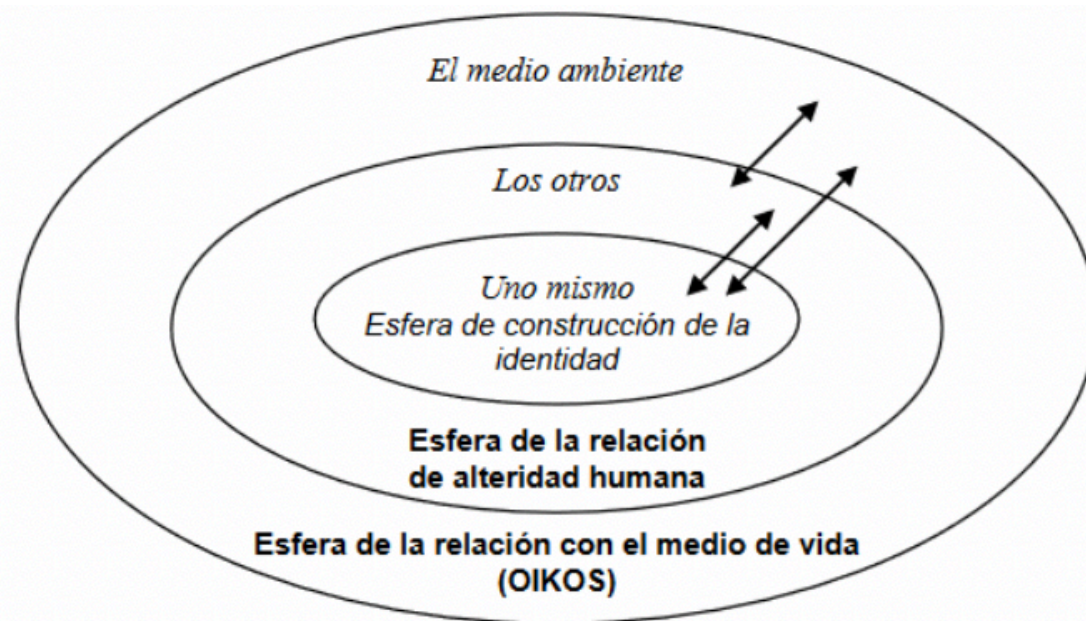
(2) El otro gran desafío para la ética pública, será consolidar un nivel posconvencional en la responsabilidad desde una conciencia moral convencional, de

ley y orden, para avanzar hasta una moral posconvencional, que valore y respete la ley como consenso para el ordenamiento de la vida pública y fundamento para la crítica objetiva de leyes y normas ineficaces que legitiman la vulneración de la integridad de las personas y desarticulan estructuras sociales de solidaridad y equidad; en este desafío, refiere a (Habermas, 2002), quien identifica que la facticidad de la ley no basta para conferir validez. Por el contrario,

Cuando alguien... pretende imponer la validez pública de verdades o de normas, pero no acepta someterlas al procedimiento de la discusión, es decir, de la falsación o de la justificación racional abierta sin restricciones, no cabe ya solamente la duda, sino la fundada sospecha de que en ello se encubre algo de irracional o injusto (Wester J. H., 2008)

Souto (2008), establece que una cartografía para “nuestro futuro común”, implicará necesariamente una Pedagogía Social para educar en la ciudadanía, al objeto de dignificar la convivencia colectiva y reanimar el latido de la democracia. A tal fin, uno de los desafíos para crear condiciones pedagógicas y sociales consistirá precisamente en señalar lo saludable que resulta aprender a vivir la política en el terreno de lo cotidiano, sin obviar que ésta es una de esas formas de vida no exentas de contradicciones, tanto en el espacio público como en el ámbito privado.

También Sauvé, identifica que es en la esfera de identidad personal es donde se puede generar la autonomía y la responsabilidad personal; educación para aprender a aprender, aprender a autodefinirse y a relacionarse con las otras esferas. En la esfera de la alteridad, se desarrolla el sentido de pertenencia y el sentido de la responsabilidad para con los otros; una educación relacionada con la cooperación, las relaciones interculturales, la paz, la democracia, los derechos humanos y la solidaridad internacional y por último en la esfera de la relación con el medio de vida (en lenguaje filosófico, el mundo de la vida), es la esfera de las relaciones biofísicas, mediada por las esferas de las relaciones personales y sociales. Otro tipo de alteridad, las relaciones con los otros seres vivos y con los elementos biofísicos, una que refiere a una educación para la responsabilidad extendida a una  tica ecocéntrica. La Esfera personal (del “yo”), se halla así en interacción permanente con otras esferas del desarrollo básico de la persona (Figura 1) (1999)



*Figura 1 Las tres esferas interrelacionadas del desarrollo personal y social*

Desde la biopolítica, también hoy, en el camino de consolidación hacia la paz, se exige una educación que contribuya a formar buenos ciudadanos, resolver los conflictos pacíficamente, fortalecer la reflexión y el diálogo, así como estimular la sana convivencia, retomando en el mundo de la escuela los valores que se viven, se enseñan y se aprenden en ellas, sus tensiones y conflictos y las maneras cómo las personas llevan a la práctica social esos valores aprendidos (Do Mercosul). Fundamentalmente, el Informe Delors, especifica en relación a la educación como contribución a una cultura de paz, bajo la siguiente literalidad:

Será la UNESCO quien contribuirá a la paz y al entendimiento mutuo entre los seres humanos al valorizar la educación como espíritu de concordia, signo de una voluntad de cohabitar, como militantes de nuestra aldea planetaria, que debemos concebir y organizar en beneficio de las generaciones futuras (Sauvé, 1999, pág. 30)

Cortina también en “Ética de la razón cordial: educar en la ciudadanía en el siglo XXI con el objetivo de fortalecer las sociedades pluralistas, a través del principio del empoderamiento de las capacidades humanas (Cortina Orts, 2008, pág. 162), apela a la sabiduría necesaria para llevar una vida prudente y decente, plantea como tarea, la de configurar una educación orientada a la vida, por lo que al cumplimiento de esta responsabilidad, desde la formación de ciudadanos auténticos, verdaderos sujetos morales, dispuestos a obrar bien, a pensar bien y a compartir con otros, acción y pensamiento (p.163).

Para una Pedagogía/Educación Social, se requiere transitar, desde la posición de personas erigidas en el centro del mundo a la formación de personas centradas en el mundo, quienes a partir de perspectivas científicas, disciplinares y profesionales, en el terreno de los valores, asuman el llamado a actualizar el objetivo orteguiano de “ordenar el mundo desde el punto de vista de la vida”, interés que también comparte saberes con los fundamentos de la bioética, en tanto que ética de la vida. También desde esta perspectiva, el Informe Delors, recomendó concebir la educación como un todo; todo en el que deben darse cuatro pilares: Aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser; es el mismo informe, quien afirma como los sistemas educativos formales han centrado su perspectivas de estructuración y acción tanto en la formación del Aprender a conocer, desde la adquisición de conocimientos, en detrimento de otras formas de aprendizaje; desde la búsqueda de reformas educativas y la elaboración de programas y en la definición de nuevas políticas pedagógicas, como en Aprender a hacer para la competitividad laboral que dejan poco espacio al desarrollo de otras competencias, como las éticas, críticas y estratégicas (Sauvé, 1999, pág. 11)

Desde las ideas centrales de la teoría ético-filosófica de la responsabilidad en Hans Jonas, las dimensiones de una educación para la responsabilidad ciudadana, se puntualizan los retos a los que esta se ve enfrentada la bioética por la falta de espacios para experimentar la responsabilidad cívica tanto de forma teórica como práctica. Allí, la escuela debe proveer espacios de reflexión, auto-esclarecimiento hermenéutico y revalorización de la cultura, desde el fomento de un espíritu crítico sobre la base del ejercicio práctico del respeto al otro, a la comunidad y a la ley, al control y la crítica valiente de las lesiones de la dignidad humana, las lesiones de los derechos y del incumplimiento de las obligaciones propias de todo ciudadano responsable, todo con el ánimo de recuperar ideales y utopías desde el cultivo de los valores propios de la tradición y las experiencias históricas, informando sobre ideas políticas, económicas y de organización social, sobre los derechos humanos y las garantías y obligaciones constitucionales; todos estos elementos permean, tanto la Ley General de Educación, como el Plan Nacional Decenal al definir como fin de la política educativa: Brindar una formación ciudadana comprometida con los valores éticos y democráticos de participación, libertad, solidaridad, resolución pacífica de conflictos, respeto a los derechos humanos, responsabilidad, honestidad, valoración y preservación del patrimonio natural y cultural (Jonas, 1995, pág. 47)

Colombia en su proceso de posconflicto, requiere hoy por hoy, de un país justo y en paz, donde desde una verdadera articulación de los distintos niveles educativos, se avizore en la educación, la phronesis, el buen vivir, la empatía y la comprensión dialógica de uno mismo y de los otros, asumiendo los riesgos fatales del conocimiento y de la tecnología (el error, la ilusión...). Tal y como lo expresa Rafael Aguayo Spencer (2016), cuando indica que Platón en la República presenta dos importantes grados de educación: la de los sentimientos y hábitos, en primer término "Paideia y en segundo lugar, la de la inteligencia que es el paso del caótico mundo de los sentidos al inmutable de las ideas y politeia como términos equivalentes."

### **3.2 Ecoética para una ciudadanía global.**

#### **3.2.1 Ecoética y educación-**

En su origen, la tecnobioética surge desde el desarrollo de la bomba atómica y posteriormente a partir de los cambios tecnológicos producidos por el internet en la sociedad de la información; donde el encuentro de la física de la información con la biotecnología en una cultura post-biológica combina conciencia y tecnología, lo antiguo y lo moderno, lo espiritual con lo artificial y lo cósmico con lo cultural. Se encarga de los problemas éticos que genera la tecnología y muy específicamente, la biotecnología de la manipulación biológica y las maneras de practicarla desde las virtudes que deben permear la actividad investigativa y la superación de la lógica de mercado propuesta por Martha Nussbaum, quien en su trabajo "sin fines de lucro" sostiene que el afán crecimiento económico hace que se privilegie el conocimiento de las técnicas y científicas en detrimento de las áreas humanas y demeritando la habilidades fundamentales del pensamiento crítico, la empatía, la comprensión humana, el diálogo razonado y la argumentación cuyo olvido llevará inexorablemente a la deshumanización del quehacer científico y su efecto ecológico en la biodiversidad. La palabra tecnobioética o tecno-ética (TE) como vocablo derivado del griego noetikos o mente, como disciplina o punto de encuentro con la tecnología y la mente es la disciplina filosófica que reflexiona la valoración moral de los fines y usos de la técnica y la ciencia. Como concepto, amplía la problemática moral de la tecnología y el impacto medioambiental y social de los megaproyectos, las máquinas y los dispositivos. (Brenda M, Gutiérrez Rosario).

Ya desde 1977, Mario Bunge se había planteado la necesidad de una tecno-ética desarrollada por los propios técnico-científicos, como una ética de la responsabilidad dado que las decisiones técnicas se toman mayormente por ensayo-error basadas en una evidencia empírica limitada y que requieren de una responsabilidad moral para enunciar las reglas racionales que orienten el progreso científico y tecnológico. El trabajo precedente indica, como una nueva educación fundamentada en la bioética apuntaría a lograr formar sujetos libres y amables, y no cosas productivas o alienantes; posición que coincide con el análisis hecho por Hans Jonas, cuando establece desde la ecobioética, comparte intereses de la filosofía del Siglo XX, al tener como centro de análisis las éticas aplicadas, como la tecnobioética y la ecobioética. Por eso, ante la certeza que uno de los dos o tres vectores planetarios de la Investigación científica para el Siglo XXI es la biotecnología frente a la ecobioética, como preocupación medioambiental, con Jonas, se ha querido trabajar la posibilidad de aplicación del Principio de Responsabilidad y por sustracción de materia del principio de precaución, ambos principios como aquellos que hacen posible como éticas argumentativas tomar decisiones en tecnociencia evitando su mal uso y la lógica utilitarista que mercantiliza la vida.

Por su parte, la Ecoética considera que se es responsable tanto de acciones, como de omisiones y su pretensión, la modificación de comportamientos y actitudes (Sarmiento, 2013, p. 29-30).

Es en la reflexión ética sobre el problema de las desintegraciones o crisis actuales como las ambientales, sociales, económicas y políticas, todas ellas, donde subyace un principio ético específico: la responsabilidad. Desde la ética de la responsabilidad, orientada al futuro, se debe rebasar el antropocentrismo que subyace a los modelos éticos tradicionales. El antropocentrismo, adquiere en la filosofía de Jonas un giro curioso, más allá del mero utilitarismo que suele aparecer en las distintas propuestas éticas. Ese antropocentrismo ético, aunque inevitable, debe ser, desde el punto de vista de Jonas, reconsiderado o reformulado en virtud del poder sobre los otros seres vivos que conforman la naturaleza, quien propone la extensión de la consideración de «fin en sí mismo» más allá de la esfera estrictamente humana, al resto de los seres vivos.

Para Jonas la responsabilidad por el futuro de la Naturaleza es condición sine qua non para el futuro del hombre: «la rica vida de la Tierra, producida en una larga



labor creativa de la naturaleza y ahora encomendada a nosotros, exigiría nuestra protección» (Jonas, 1995, pág. 227). Es la responsabilidad, la que puede garantizar las condiciones en las que la especie vivirá, y que es la responsabilidad por el futuro, la que debe fortalecerse.

Muy específicamente desde su suposición en la obra: “el Principio de Responsabilidad: Ensayo de una ética para la civilización tecnológica al hablar de la Responsabilidad por el futuro de la humanidad, en relación con lo incierto del futuro, más que el tiempo-espacio real, para la acción, como el horizonte relevante de la responsabilidad. Desde su imperativo, considerado categórico- en tanto orden y carácter de lo incondicional de acción y no hipotético, como sugerencia de deber- y desde su formulación en positivo: “Incluye en tu elección presente, como objeto de tu querer, la futura integridad del hombre; podrá controlar del enorme despliegue actual del complejo tecnocientífico” (Lezama, 2007, pág. 206). Desde su principio no como idea del hacer, ni como ética en cuanto doctrina del obrar; a falta de una respuesta de la descalificada religión Jonas afirma que se deberá optar, quiérase o no, sea suficiente o no, por una metafísica distinta de la «ontología neutralizadora», una ontología sin valoraciones propia de las ciencias naturales.

### **3.2.2 Educación y Valores**

En la premisa fundamental, de formar sujetos responsables con el conocimiento, éticos y coherentes con las necesidades técnicas y sociales, la escuela no como el lugar de transmisión de conocimientos o para la contención y alienación, sino para la construcción de civilidad tiene como tarea fundamental, no sólo la inserción laboral sino la formación para la toma de decisiones sobre los otros y sobre sí mismo; decisiones que deberán tomarse de modo responsable.

Kohlberg, define así, que la gran tarea de la escuela y de la educación frente a la responsabilidad cívica. será la de transformarse en espacio para la participación práctica en la toma de decisiones y ejercicio de responsabilidades, con enclave en el Estado Social de Derecho y desde la diferenciación de las tres dimensiones de la responsabilidad cívica para llegar a ser la institución formadora y socializadora (Gómez, 2015). En “La Educación para la Responsabilidad Ciudadana (Wester J. H., 2008 ), identifica tres dimensiones que tienden a capacitar a los individuos para tomar decisiones responsables, participar responsablemente en la construcción de

una ciudadanía democrática, y fomentar y respetar valores humanos fundamentales, los derechos humanos y las libertades fundamentales: la dimensión técnica, la dimensión socio-histórico-cultural y la dimensión ideal-utópica. La siguiente tabla recoge los aspectos sustanciales de las dimensiones de la educación para la responsabilidad:

Tabla 1

Aspectos sustanciales de las dimensiones de la educación para la responsabilidad

CONDICIÓN	TÉCNICA	SOCIO-HISTORICO-CULTURAL	IDEAL-UTÓPICA
DECISIONES	Tomadas con base en las necesidades sociales inmediatas, reconocidas y diagnosticadas correctamente mediante el diseño de medidas adecuadas.	Las decisiones responsables tienen que compatibilizar las posibilidades que ofrecen la ciencia y la técnica con los sistemas de valor y las tradiciones, con las preferencias y los intereses de los miembros de una sociedad.	Las decisiones responsables deben ser orientadas por proyectos que tiendan a la superación y a la transformación de los condicionamientos históricos y culturales
ESTRATEGIAS	Reconocer la afirmación Weberiana de la relevancia de la ciencia para la toma de decisiones responsables, la necesidad de disponer de los conocimientos necesarios acerca de los objetos de nuestras decisiones como así también de las informaciones pertinentes acerca de las consecuencias de nuestras acciones	En línea del principio de Responsabilidad Jonasio, se trata de imaginar escenarios futuros, de descubrir una cierta dinámica destructiva de la ciencia y la técnica y de analizar críticamente la relación entre la invención de nuevas técnicas y las necesidades reales o culturalmente reconocidas de la sociedad y de los individuos.	Reclama explícitamente la necesidad de “preservar algunos valores que son esenciales a la identidad latinoamericana. “los valores latinoamericanos, los valores humanos, humanistas ...”, Debe abrirse a una dimensión universal y no debe permanecer encerrada en los particularismos culturales. Respeto de lo diferente y de la tolerancia de lo que, a partir de nuestras propias creencias, nos permanece incomprensible
RELACIÓN	Primariamente con los contenidos cognitivos y los conocimientos específicos impartidos en la escuela, pero también con el desarrollo de las capacidades de análisis y de competencias de autorregulación del aprendizaje.	Los sujetos tienen que: Disponer de vastos conocimientos de su propia cultura, Haber desarrollado las capacidades específicas para asumir y desempeñar el papel que les corresponde, Disponer de una formación integral que les permita tomar decisiones más allá de las necesidades y conveniencias circunstanciales. También orientar sus acciones al bien común y conferirles un sentido y un valor en el marco de su cultura.	Requiere de valores, normas y criterios que, sobre la base del conocimiento de lo propio, permitan especificar lo deseable y lo necesario que sea superior de lo dado. Es indispensable para una adecuada comprensión de la propia cultura, de sus particularidades, sus fortalezas y debilidades, como así también para el fomento. No basta con el conocimiento de lo propio sino que el conocimiento de otras culturas –de otras tradiciones, de otras religiones, etcétera–
EDUCACIÓN PARA LA RESPONSABILIDAD	Desarrolla habilidades prácticas y la adquisición de capacidades de gestión para la responsabilidad.	Más allá de estos conocimientos tienen que desarrollar la capacidad crítica de reconocer recursos ideológicos de dominación y de avasallamiento de la propia cultura por intereses ajenos y tienen que aunar la conciencia de la presencia del poder y del interés en todos los ámbitos de la acción social. Estos conocimientos y capacidades tienen que ver con la defensa del propio mundo de vida, aunque ciertamente que lo trascienden.	Debe apuntar fundamentalmente al reconocimiento de derechos humanos en tanto derechos de todos los hombres y a la solución pacífica de conflictos –a la construcción tentativa de la comunidad ideal de comunicación en la real.

(Fuente: Elaboración propia Adaptada de Wester)

(Korowajczenko, 2010, pág. 57), propone que la creación de conocimiento compartido, la incorporación de cambios y de nuevas formas de proceder, puede darse a través de tres niveles de compromiso en la práctica socialmente responsable:

En primer lugar, las Responsabilidades Primarias, responsabilidades que concuerdan con los fines de una ecobioética al considerar el fin del servicio público de educación, con su actividad específica y los medios utilizados:

- Servir a la sociedad con conocimientos útiles y en condiciones justas: Desde las tendencias mundiales la educación deberá satisfacer las necesidades de una mejor información y mayor compromiso. Responsabilidad manifiesta desde la equidad en las garantías necesarias para la seguridad, la salud cognitiva y emocional; la formación crítica y continua en contexto social, cultural, político y económico que facilite una integración y uso estratégico de las tecnologías para lograr mejores condiciones de vida individuales y colectivas que posibiliten un desarrollo equitativo y sostenible.

- Respetar los derechos humanos con unas condiciones de enseñanza – aprendizaje dignas que favorezcan el desarrollo humano y profesional: Una orientación básica al bien común, exige organizar el trabajo para un mejor desarrollo humano y profesional, a través de su desempeño académico, sin impedimentos al tratar al estudiante como instrumento productivo, debidamente evaluados, para determinar las posibles acciones a implementar. El requisito para que una relación entre un docente y sus estudiantes sea ética, es que se base en la verdadera vocación de servicio, como una responsabilidad social del docente, para tratar de contribuir con sus conocimientos y con los recursos a que sus estudiantes alcancen una vida más rica y plena, desde el punto de vista de la integralidad, como concepto estratégico, que atraviesa transversalmente todas las áreas de actuación dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

- Crear riqueza intelectual de manera efectiva: Una formación socialmente responsable del individuo y el colectivo, para lograr habilidades y actitudes (competencias) que le permitan identificar, con una posición crítica, sus necesidades (desde conocimientos previos y potencialidades), para localizar, recuperar, organizar y divulgar en forma adecuada esa información y lograr una interacción-interactividad apropiada con los otros, y así, alcanzar y compartir nuevos conocimientos para beneficio personal, organizacional, comunitario y/o social.

- **Respetar el ambiente:** Como sistema de elementos socioculturales en constante interacción y en permanente modificación por la acción humana que rige y condiciona su existencia en un espacio y tiempo determinados. Respeto considerado desde dos enfoques: el uso de recursos para minimizar la generación de residuos. La sustentabilidad y reusabilidad permite el desarrollo informacional sostenible por transferir, conservar, reproducir e incrementar el capital intelectual de quienes los consultan en el tiempo.

Más allá de valores éticos, unas buenas condiciones de enseñanza- aprendizaje son esenciales para lograr la calidad. Su importancia es decisiva en momentos como el actual, en el que apenas hay tiempo de seleccionar y asimilar el volumen creciente de información, de nuevos conocimientos y avances tecnológicos, para que la futura ciudadanía acreciente sus capacidades personales y adquiera las competencias necesarias para desarrollarse personal y socialmente. Para decantar la información y obtener conocimiento se requieren de filtros, que expurguen con criterio el contenido presentado (págs. 12-14)

**Las Responsabilidades Secundarias:** Surgen más allá de unos mínimos exigibles, para optimizar y fortalecer los resultados alcanzados con las responsabilidades primarias (p.14-15).

Por último las Responsabilidades Terciarias; orientadas a beneficiar determinados aspectos del entorno social, como un compromiso libre de prejuicios de actores del proceso. Amplio abanico de atenciones o acciones sociales en condiciones de disfrutar. No postura de "beneficencia" de los actores o institución educativa, ni usurpación de funciones que pudieran corresponder al Estado en materia educativa. Subordinadas al cumplimiento de las primarias y secundarias, aunque de ejecución independiente sin responsabilidades previas. Selección condicionada a los intereses del colectivo, a las posibilidades de asignación de recursos y circunstancias propias de cada institución (p. 15-16)

En cada una de las responsabilidades hay unos mínimos que no se deben exceder nunca; como requerimientos éticos que resultan del respeto absoluto a la dignidad de las personas y a sus derechos inalienables, como la integridad bio – psico – social y moral. Para determinar prioridades e impulsar la puesta en práctica de cada responsabilidad del modo más adecuado en el tiempo y lugar convenientes, se requiere incorporar una cultura de colaboración y trabajo en equipo, fundamentada

en la confianza e importancia del valor del conocimiento aplicado, que permita facultar al elemento humano para la toma de decisiones en los procesos que ejecuta, y apoyada en la integración de tres elementos: relaciones, disciplina y compromisos éticos compartidos (p. 16-17)

## **Conclusiones**

El presente documento inicia resaltando la idea de la importancia de la Educación en Bioética, como el elemento fundamental de desarrollo; desvirtuando la tradición de una educación profesional permeada por políticas y planes de Desarrollo Económico y Social del Estado para el trabajo; como calificación de la mano de obra para las empresas, los sectores y los países; que requiere pensarse no sólo como modalidad instrumentalizadora de individuos por el mercado que impone sus objetivos, sino como una modalidad de educación potenciadora del individuo para que desarrolle su capacidad de generar conocimientos a partir de una práctica de interacción con la realidad y con su locus y reforzar la importancia del trabajo como importante agente del desarrollo social y económico local y regional (Almandoz, 2010, págs. 320-321)

Existe consenso para afirmar que no se han logrado los retos planteados para las distintas temporalidades analizadas a pesar de los esfuerzos políticos por mejorar, transformar y modernizar los sistemas educativos; lo que sí se encuentra en la revisión es que el concepto de Educación es un concepto integral que involucra el nivel micro, meso, meta y macro; por lo que las universidades, deben observar dos frentes simultáneos: a) al interior, para generar las condiciones y capacidades en toda su comunidad académica para responder de manera adecuada a los nuevos desafíos; b) hacia la comunidad, para poner a disposición el conocimiento como bien público y para promover simultáneamente capacidades sociales para su apropiación.

De igual forma se pudo establecer que tal y como se ha afirmado el ser humano al cumplir con la tarea que nace de su ser-hombre-en-el mundo, no puede ser indiferente al progreso, porque ello sería ilegítimo, y por ende no ético; también se identificó que con la emergencia de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (Beltrán Mora, 2011), se dejó como desueto y anacrónico todo lo construido sobre los derechos de tercera generación; por lo que reflexionar acerca de

la educación, a partir de clarificaciones filosóficas y éticas específicas es tarea actual y urgente.

Con (Wriston, 1992), “la nueva fuente de riqueza no es material”; es la información, el conocimiento compartido aplicado al trabajo para crear valores (Castells, 1998). Hablar de “valores humanos fundamentales” y de “la contribución de la educación a esos valores fundamentales”; pone a la educación como medio para lograr construir sociedades más justas, profundizar la ciudadanía democrática, el respeto de los derechos humanos y de libertades fundamentales; de Terán Korowajczenko se desprende como marco idóneo para la autorrealización colectiva y el desarrollo de una sociedad más justa y solidaria, la puesta en práctica de la responsabilidad social de las organizaciones educativas y de sus integrantes, para contribuir al desarrollo científico, tecnológico, académico, cultural, social y económico de una localidad, región y país (p. 17)

En este orden de ideas, al enfrentar sus responsabilidades la educación debe asumir una doble tarea: Buscar, crear, asimilar, difundir el conocimiento; pero también de afianzar los valores trascendentales del hombre, que se amplían para centrarse en las expectativas de calidad de vida, respeto por los valores, las personas, los grupos y el medio ambiente; todo para avanzar en la calidad de la enseñanza, la creación de conocimiento educativo compartido y la incorporación de cambios y de nuevas formas de proceder desde las dimensiones técnica, socio.cultural e histórica y la ideal-utópica y muy específicamente para desde Wester capacitar para la toma responsable de decisiones, donde la formación deberá basarse en conocimientos, habilidades y capacidades tanto cognitivas como procedimentales, que formen desde lo técnico; insuficientes sino se acompañan de la transmisión de conocimientos de la propia historia y cultura, de derechos fundamentales y constitucionales, de ideas políticas, económicas y de organización social (Wester J. H., 2008).

Se solicita atender las recomendaciones de los distintos autores, como Kottow, que muestran plenamente competentes a las fuentes no académicas, atractivas para encarar los problemas que aún la bioética no ha sabido resolver, para acudir a la innovación en la construcción de nuevas herramientas que aborden los temas bioéticos de forma amena y sistemática, impactando más allá de las deliberaciones anémicas de la bioética: las propuestas para inaugurar una verdadera narrativa bioética.

Finalmente, se sugiere también desde la gestión política e institucional, poder continuar con los esfuerzos identificados en la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo de Ciencia, Educación y Desarrollo”, sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo, de que para lograr una Colombia grande, se debe apostar a una educación inspirada en principios nobles y dignos; los que con una finalidad de humanismo cualitativo y religante, animen la convivencia. Una educación, continua que inconforme y reflexiva, inspire nuevos modos de pensar que inciten a la identidad personal en una sociedad que se valore más a sí misma y aproveche al máximo esa creatividad inherente y conciba una ética –y una estética- que integre ciencias y artes, cada una en su identidad, para canalizar la inmensa energía despilfarrada en la depredación y la violencia, y abra al fin la segunda oportunidad sobre la tierra

## **Referencias**

Aldana, E. (2002). Educación Superior: Desafío Global y Respuesta Nacional, (pág. Congreso ). Bogotá.

Almandoz, M. R. (2010). Políticas para la educación técnico-profesional en la Argentina. Educación y trabajo: articulaciones y políticas. Buenos Aires: IIP-UNESCO.

Alvarez-Díaz, J. (2007 ). Valoración de la ética de la responsabilidad de Hans Jonas a una década de la clonación de la oveja Dolly. LAB-Acta, 19(2 ), 45-51.

Beltrán Mora, L. N. (2011). Territorio y desarrollo: bases conceptuales para la gobernanza local. Equidad y Desarrollo(16), 9-51.

Cajiao, F. (2004). La concertación de la educación en Colombia. Revista Iberoamericana de Educación(34), 31-47.

Calame, P. &. (2009 ). La relación entre la acción pública y el mercado”. Hacia una revolución de la gobernanza: Reinventar la democracia. 106-176.

Carrizo, L. (2004). Producción de conocimiento y políticas públicas: desafíos de la universidad para la gobernanza democrática. Cuadernos del CLAEH, 27(89), 69-84.

Casado, M. &. (2014). Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la Unesco y la discapacidad, La. Ediciones Universitat Barcelona.

Castells, M. (1998). La era de la información. Economía, sociedad y cultura, (Vol. tres volúmenes ). Madrid: Alianza Editorial.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL. (2018). , Hacia una agenda regional de desarrollo social inclusivo: bases y propuesta inicial (LC/MDS. 2/2),. Santiago.

Cortina Orts, A. (2008). Ética de la razón cordial: educar en la ciudadanía en el siglo XXI. *Revista Interuniversitaria Pedagogía Social*, 1(15), 162-164.

De Sabios, I. D. (1996). *Colombia: al filo de la Oportunidad*. Bogotá. Tercer Mundo editores.

De Siqueira, J. E. (2009). El principio de responsabilidad de Hans Jonas. *Acta bioethica*, 7(2), 277-285.

De Zan, J. (2004). *La ética, los derechos y la justicia*. (F. Konrad-Adenauer, Ed.)

Delors, J. A. (1997). *La educación encierra un tesoro: informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno*.

Do Mercosul, V. R. (s.f.). "Família, Gênero e Sexualidades: perspectivas contemporâneas em debate".

Echeverri Jimenez, G. E. (2007). *Formar el Pensamiento Científico y Tecnológico: una propuesta para la integración para la Educación Básica*. En E. d. (PDS).. Editorial .Universidad Pontificia Bolivariana.

Escobar, J. M. (2017). El problema del déficit en los modelos democráticos de divulgación científica. *Arbor*, 193(785), 407.

Gómez, D. &. (2015). *Educación en valores. Teoría y práctica*.

Gracia Guillén, D. (2002). De la bioética clínica a la bioética global: treinta años de evolución. *Acta bioethica*, 8(1), 27-39.

Habermas, J. (2002). *El futuro de la naturaleza humana: ¿hacia una eugenesia liberal?* Barcelona: Paidós.

Hardin, G. (2007). *Tragedia de los Comunes*. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23(1), 53 - 63.

Jonas, H. &. (1995). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder.

Jonas, H. &. (1995). *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*. Herder.

Korowajczenko, K. T. (2010). *Responsabilidad social y la mediación docente en línea*. actas del IV Congreso Online del Observatorio para la Cibersociedad., (pág. 388).

Kottow, M. (2016). ¿ Bioética narrativa o narrativa bioética? *Revista Latinoamericana de Bioética*, 16(31).

Lambertini. (marzo de 2018). *El Herald*.

*Ley General de la Educación*., Ley 30 (República de Colombia 1992).

Lezama, Q. &. (2007). *Responsabilidad y tecnología según Hans Jonas*. *Apuntes filosóficos*, 16(30), 176-206.



Martin Sass, H. (2011). «El pensamiento bioético de Fritz Jahr 1927-1934». *Aesthethika*, 6(2), 20-33. Recuperado el 27 de agosto de 2018, de <http://www.aesthethika.org/El-pensamiento-bioetico-de-Fritz#nb1>.

Maturana Moreno, G. A. (2016). *Dendrología de Saberes en Educación Ambiental. Una Teoría Sustantiva en Torno a Concepciones y Prácticas Docentes en la Formación Básica y Media*. Bogotá D.C: Tesis Doctoral.

Montero Souto, P. (marzo de 2008). Reseña de "Ética de la razón cordial: educar en la ciudadanía en el siglo XXI" de A. Cortina Orts *Pedagogía Social*. *Revista Interuniversitaria*,(15), 162-164.

Monterroza Ríos, Á. E. (2015). Por una revaloración de la filosofía de la técnica: Un argumento a favor del rol cultural de la técnica . *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 10(30), 265-275.

Moreno, M. &. (s.f.). *Dendrología de saberes en educación ambiental una teoría sustantiva en torno a concepciones y prácticas docentes en la formación básica y media*. Bogotá DC, Colombia.

Morin, E. (2014). La finalidad del proceso educativo o la religación ética del sistema.

Parra L. (1995). Ciencia periférica y estudios sociales de la ciencia. *Quark*, 1, 31-38.

Patarroyo, M. (1998). Ciencia en Colombia-De la utopía a la realidad. *International Microbiology*, 1(2), 89-91.

Pérez, D. G. (2006). Algunos obstáculos e incomprensiones en torno a la sostenibilidad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* , 3(3), 507-516.

Potter, V. R. (1975). Humility with responsibility—A bioethic for oncologists: Presidential address. *Cancer Research*,, 35(9), 2297-2306.

Presidencia de la República. (1996). *Informe de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo*. ). Colombia: al filo de la oportunidad. Bogotá .

Rodríguez, J. (2008). La participación como un acto educador y constructor de la Ciudad Educadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 45(2), 1-22.

Rodríguez, J. (2008). La participación como un acto educador y constructor de la Ciudad Educadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 45(2), 1-22.

Rodríguez, M. J. (2014). Educación, paz y posconflicto: oportunidades desde la educación superior. *Revista de la Universidad de la Salle*(65), 115-134.

Samper. (1996). Colombia: al filo de la oportunidad. *Informe de la Misión Ciencia, Educación y Desarrollo*, Presidencia de la República, . Bogotá: .

Sarmiento Medina, P. J. (2013). Bioética ambiental y ecopedagogía: una tarea pendiente. *Acta bioethica*, 19(1), 29-38.

Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo de referencia integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27.

Sauvé, L. (1999). La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad: en busca de un marco educativo de referencia integrador. *Tópicos*, 1(2), 7-27.

Spencer, R. A. (2016). "Platón, La República. ." *Diánoia Revista de Filosofía*, 19(19), 215-216.

Spencer, R. A. (2016). "Platón, La República." . *Diánoia. Revista de Filosofía*, 19(19), 215-216.

Torres, R. M. (2000). Una década de educación para todos: la tarea pendiente. (I. I. UNESCO, Ed.) .

UNESCO. (2000). Educación para todos: Cumplir nuestros compromisos comunes, aprobado por el Foro Mundial sobre la Educación. Pronunciamiento Latinoamericano. Dakar, Senegal.

UNESCO. (2008). Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: vision y accion y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción.

UNESCO. (2015 ). Educación 2030: hacia una educación inclusiva y equitativa de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos. En Declaración de Incheon.

Vilches Peña, A. e. (2000). ). La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanos. *Investigación en la Escuela*(40), 39-56.

Wester, J. H. (2008 ). Dimensiones y retos de una educación para la responsabilidad ciudadana. *Utopía y praxis latinoamericana*, 13(42), 55-69.

Wester, J. H. (2008). Dimensiones y retos de una educación para la responsabilidad ciudadana. *Utopía y praxis latinoamericana*. 13(42), 55-69.

Wolin, R. (. (2003). Los hijos de Heidegger: Hanna Arendt, Karl Löwith, Hans Jonas e Hebert Marcuse.

Wriston, W. B. (1992). *The twilight of sovereignty: how the information revolution is transmitting our world*. New York: C. S. Sons., Ed.

Yañez C, J. (1997). Técnica y responsabilidad: la propuesta de Hans Jonas. *Revista Colombiana de Psicología*, 122-131.

Zuleta Salas, G. L. (2016). Una reflexión bioética para la tecnociencia. *Escritos*, 24(53 ), 467 - 481.

## Anexo

### Indicadores de base para evaluar una década de “Educación para Todos”

Indicador 1	Tasa bruta de matrícula en programas de desarrollo de la primera infancia, en el sector público, privado y comunitario, expresada en porcentaje del grupo de edad oficial correspondiente, o dentro del grupo de edad comprendido entre los 3 y los 5 años.
Indicador 2	Porcentaje de nuevos alumnos que ingresan al primer grado de la enseñanza primaria, a quienes se ha ofrecido un programa organizado de desarrollo de la primera infancia.
Indicador 3	Tasa bruta de matrícula: nuevos alumnos que ingresan al primer grado de la enseñanza primaria como porcentaje de la población en edad oficial de ser admitida en este nivel de enseñanza.
Indicador 4	Tasa neta de matrícula: nuevos alumnos que ingresan al primer grado de la enseñanza primaria en edad oficial de ser admitidos a este nivel como porcentaje de la población correspondiente.
Indicador 5	Tasa bruta de escolarización.
Indicador 6	Tasa neta de escolarización.
Indicador 7	Gasto público ordinario destinado a la enseñanza primaria: (a) en porcentaje del PIB y (b) por alumno, en porcentaje del PIB por habitante.
Indicador 8	Gasto público destinado a la enseñanza primaria en porcentaje del total del gasto público en educación.
Indicador 9	Porcentaje de docentes de enseñanza primaria que poseen el título académico requerido.
Indicador 10	Porcentaje de docentes de enseñanza primaria acreditados para la enseñanza de acuerdo a las normas nacionales.
Indicador 11	Número de alumnos por docente.
Indicador 12	Tasa de repetición por grado.
Indicador 13	Tasa de supervivencia en el quinto grado de la escuela primaria (porcentaje de la cohorte que alcanza efectivamente el quinto año).
Indicador 14	Coefficiente de eficacia (número ideal de años-alumnos necesarios para que una cohorte complete el ciclo primario, expresado en porcentaje del número efectivo de años-alumnos).
Indicador 15	Porcentaje de alumnos que han alcanzado como mínimo el cuarto grado de primaria y que dominan un conjunto de competencias básicas definidas a escala nacional.
Indicador 16	Tasa de alfabetización de las personas entre 15 y 24 años de edad.
Indicador 17	Tasa de alfabetización de adultos: porcentaje de la población de más de 15 años que sabe leer y escribir.
Indicador 18	Índice de paridad de alfabetización entre los sexos: relación entre la tasa de alfabetización de las mujeres y la de los hombres.

*Fuente: Foro Consultivo Internacional sobre Educación para Todos, Educación para Todos: Evaluación en el año 2000. Directivas técnicas, UNESCO, París, 1998 (Torres, 2000)*

## CAPÍTULO 3

---

# LOS LABORATORIOS VIRTUALES EN EL CONTEXTO DE LAS MEGA TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN CONTEMPORÁNEA

*Mario Heimer Flórez Guzmán, José Obdulio Curbelo Hassán,  
Gustavo Adolfo Rubio Rodríguez, Lina María Maya Toro, Feibert  
Alirio Guzmán Pérez, Nubia Bernal Quevedo.*

Corporación Universitaria Remington, Universidad Cooperativa  
de Colombia, Corporación Universitaria Minuto de Dios

### **Sobre los Autores:**

**Mario Heimer Flórez Guzmán:** Licenciado en matemáticas y física, especialista en física con estudios de doctorado en Educación, profesor investigador de la Corporación Universitaria Remington,

**correspondencia:** [mario.florez@uniremington.edu.co](mailto:mario.florez@uniremington.edu.co). Colombia.

**José Obdulio Curvelo Hassán:** Contador Público, especialista en Revisoría Fiscal, con estudios de maestría en Filosofía Latinoamericana, estudios de doctorado en Contabilidad, decano de Contaduría Pública de la universidad Cooperativa de Colombia,

**correspondencia:** [jose.curvelo@ucc.edu.co](mailto:jose.curvelo@ucc.edu.co) . Colombia.

**Gustavo Adolfo Rubio Rodríguez:** Administrador Financiero, con estudios de doctorado en Administración, actualmente estudiante de doctorado en Educación,

profesor investigador de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, **correo:** [gustavo.rubio-r@uniminuto.edu.co](mailto:gustavo.rubio-r@uniminuto.edu.co) Colombia.

**Lina María Maya Toro:** administradora de negocios internacionales con estudios de maestría en proyectos, decana de la facultad de ciencias empresariales de la Corporación Universitaria Remington,

**correspondencia:** [lmaya@uniremington.edu.co](mailto:lmaya@uniremington.edu.co)

**Feibert Alirio Guzmán Pérez:** Ingeniero de Sistemas con estudios de maestría en educación, profesor investigador de la Corporación Universitaria Remington,

**correspondencia:** [feibert.guzman@uniremington.edu.co](mailto:feibert.guzman@uniremington.edu.co) . Colombia.

**Nubia Bernal Quevedo:** contador público con estudios de especialización en revisoría fiscal y maestría en auditoría internacional, gerente de la Fundación Por Amor a Ti

**correspondencia:** [nbernal@yahoo.es](mailto:nbernal@yahoo.es) -Colombia

### **Resumen:**

Las contemporáneas dinámicas sociales y las transformaciones culturales han puesto en cuestión las mediciones pedagógicas utilizadas por los profesores en el sistema educativo, lo que a su vez conduce a nuevos ambientes de aprendizaje, aquellos que integran los desarrollos en las tecnologías de información y la comunicación en la comprensión y sensibilidad a las realidades en las sociedades. Los laboratorios virtuales son mediaciones pedagógicas controladas por un profesor que permiten monitorear y valorar el logro de una determinada competencia a partir de la simulación de situaciones de la vida cotidiana en medios informáticos, con ellos, el aula de convierte es un escenario de aprendizaje con perspectivas diversas en donde se favorece un diálogo entre profesores y alumnos desde dimensiones complejas y que contribuye de manera significativa en el desarrollo de habilidades de pensamiento. Por lo que el presente artículo, da cuenta de la importancia de los laboratorios virtuales en el contexto de las megas tendencias actuales de la educación.

**Palabras claves:** Laboratorio Universitario, Informática educativa, Desarrollo mental.

# *Virtual laboratories in the context of megatrends in the contemporary education*

## **Abstract**

The contemporary social dynamics and cultural transformation have brought into question the pedagogical measurements tools/methodologies implemented and used by professors in the educative system, what in turn leads to explore new knowledge environments, those who integrated developments in the information and communication technologies over comprehension and sensibility to social realities. Virtual laboratories are pedagogical mediations controlled by a professor, which allow to monitoring and assess the achievement of a skill/competence as from the simulation of situations faced on the daily life in informational media. With it, classrooms turn into learning scenarios with diverse perspectives influencing via positive the communication between teachers and students from complex situations and contributing in a significant way in the development of thinking skills. As result, this paper discloses the importance of virtual laboratories in the context of actual megatrends in education

**Keywords:** University laboratories, Educational computing, Mental development.

## **Introducción**

Las tendencias contemporáneas en educación han incorporado dentro de sus reflexiones y desarrollos científicos aspectos asociados a necesidades de los grupos con necesidades educativas diversas, de igual formas lecturas desde la cultura y sobre las formas de lo que se quiere y del cómo se quiere prender. En este contexto, la educación evoca la re-significación de la sociedad, del encontrar orientaciones que conduzca a las relaciones equitativas, sostenibles y que satisfagan las necesidades de los diferentes grupos de interés que tienen las instituciones de educación superior.

En línea con lo anterior García Pérez (2000) y más recientemente Canales, et al., (2016); García Pérez (2016) abordan los laboratorios, con una consideración espacial hacia el escenario virtual, como una garantía de posibilidad para la actividad académica, puedan desarrollar competencias requeridas por la sociedad del conocimiento (Bianco, et al., 2016; Tobón, et al., 2015; Tedesco, 2000; Castells, 1997)

Por lo anterior, los actuales procesos de enseñanza –mega tendencias en la educación– en especial en la educación superior, deben abordar además de la triada enseñanza-aprendizaje-evaluación, las necesidades propias o contextos que rentan los mundos de la vida, resaltando lo cultural y la empresa, de igual manera otros aspectos importantes como la educación para la vida, para el mundo de los nacientes trabajos y para la conservación y la generación de la ciencia. Es así como todas estas necesidades se evocan dentro del aula de clase y se convierten en un reto para las universidades, sumado a ello, el ser del estudiante, su comprensión, su realidad y su todo, que dentro del aula es algo un ser particular pero general a la vez.

En este contexto, tener la responsabilidad de satisfacer las necesidades de los diferentes grupos de interés, es una tarea titánica de las universidades, formar, educar, instruir de cara a estas necesidades es el reto que el personal docente y docente de las universidades deben vislumbrar todo el tiempo en su quehacer académico-pedagógico y en el desarrollo de nuevas estrategias que cumplan tal fin; en consecuencia con lo anterior y teniendo en cuenta que las nuevas generaciones –Millennials y generación Z– tienen unas necesidades específicas en materia de educación, formación, apuestas personales y en sus formas de ver el mundo se convierten en un verdadero reto para las instituciones, las cuales deben disponer de los medios necesarios, para que estas generaciones –que son las encargadas de abordar las diferentes problemáticas del mundo en no menos de 5 años–, sean formadas de cara a los desafíos de la sociedad contemporánea y que cada vez más se dinamiza de manera pluriforme.

Así las cosas, dentro del presente documento se encontrarán los capítulos concernientes al estado de la cuestión respecto a medios y mediaciones pedagógicas de cara a las mega tendencias actuales; descripción de la implementación de los laboratorios virtuales y la relación de las habilidades de pensamiento con las necesidades actuales de enseñanza.

## **Metodología**

El enfoque metodológico de la investigación, descriptivo, correlacional el cual implica el análisis cuantitativo para la validación de hipótesis que nacen desde la observación y se sustentan utilizando instrumentos que posibiliten un mejor detalle del mismo en los hallazgos aplicando una prueba Alfa de Cronbach de 0.8521 al instrumento de mensurabilidad, lo que permite identificar su fiabilidad. La literatura señala que para la investigación en el aula estos enfoques en correlación con las



variables establecidas permiten describir fielmente las diferentes situaciones que se presenten de forma individual y grupal en el aula. Este enfoque implica procesos de triangulación integrado por la descripción cualitativa y cuantitativa de las características asociadas a los estilos de aprendizaje y al desarrollo de habilidades de pensamiento, por lo cual, se aplica una serie de pruebas No-paramétricas en relación al Chi-cuadrado de Pearson que corroboran conjeturas que emanan de la consideración poblacional los estudiantes universitarios que pertenecen a las escuelas de negocios de las universidades colombianas, la muestra fueron los estudiantes asentados en una universidad colombiana que cursaban estadística descriptiva, economía colombiana, metodología de la investigación y matemáticas financieras. El horizonte temporal es de 4 años para ello se utilizó un esquema por fases; la primera de ellas fue un diagnóstico por medio de un test, que permitió definir el nivel de las habilidades de pensamiento variacional y científico de los estudiantes que ingresaban a los cursos. La segunda las acciones pedagógicas por medio de los laboratorios virtuales. La tercera consistió en aplicar el test nuevamente para medir los niveles de pensamiento en los que se encontraban luego de la aplicación del laboratorio y generar las conclusiones de la investigación.

Para lo anterior, las técnicas y herramientas de investigación que se utilizaron fueron la observación, el análisis y la técnica de la comprobación; de igual forma, se utilizaron herramientas como el diario de campo y algunos elementos de estadística descriptiva e inferencial. Las variables que se tuvieron en cuenta en el estudio fueron: a) independientes: nivel de participación de los estudiantes, entusiasmo por la realización de las actividades, capacidad de re-crear escenarios, nuevas apuestas que hacen los estudiantes, habilidad para comunicarse, habilidad para trabajar en grupo, respeto entre los estudiantes, capacidad de debate argumentado entre otros, b) dependientes: pensamiento variacional y pensamiento científico; de igual forma, se tuvieron en cuenta variables generales como la edad, el sexo, el curso que estaban adelantando y la naturaleza del desarrollo de curso (franjas de estudios diurnas, nocturnas o mixtas).

### **Análisis de resultados.**

Sobre los medios y las mediaciones pedagógicas, el estado de la cuestión:

Con Habermas (1999) se avanza la noción de una educación como una acción comunicativa, lo que posibilita un nexo pulsional de la pedagogía crítica (Freire, 2006) y el diálogo racional (Habermas, 2002), los que a su vez serán tratados por



diferentes teóricos y desde diferentes concepciones como se puede leer en Cortina, 1995; Flecha, et al., 2001; í^S Piquer y Planella, 2016; Dann, et al., 2017; Habermas, 2018. Esta noción, de la educación como una acción comunicativa, implica la interacción entre los sujetos, quienes logran un relacionamiento con los diferentes mundos en los que transita, a saber, el mundo de las ciencias objetivas, el mundo de las ciencias subjetivas y el mundo de las ciencias intersubjetivas, es decir, un sujeto competente para interactuar con el mundo de la vida.

Para lograr el tránsito en los mundos de la vida, la educación deberá activar múltiples dispositivos y diseñar una multiplicidad de mediaciones que permitan un acceso privilegiado a este mundo. En otras palabras, se entiende que los sujetos desarrollan sus competencias desde la razón comunicativa, lo que a su vez implica ser competentes para argumentar y cooperar con el conocimiento desde los argumentos.

Ahora bien, a fin de lograr esta promoción que permite también conversar con los postulados universales del conocimiento y la diversidad de los mundos de vida de los sujetos en sus contextos, es necesario pensar la posibilidad de nuevos enfoques y de nuevas realidades desde el aula de clase (Boud, et al., 2014; Hamstra, et al., 2014; Reece y Walker, 2016), lo que posibilita entrar a interactuar con espacios de simulación, aulas revertidas, proyectos de aula, situaciones problemas y otra diversidad de estrategias que promuevan la sensibilidad de los sujetos frente a los mundos de la vida.

En línea con lo anterior, Campo y Amandi (2017) encuentran que para el desarrollo de los estilos de aprendizaje contemporáneos es necesario desarrollar estrategias que promuevan las habilidades de pensamiento necesarias para el desempeño de acuerdo a las necesidades de la sociedad, discurso que está en relación con la propuesta de la UNESCO (2014) sobre la necesidad de una enseñanza con enfoque de competencias y de habilidades para la vida. Siendo así, la pedagogía asume un sentido social y crítico que trasciende a los escenarios escolares para transitar hacia la complejidad de realidades y mundos posibles alrededor del desarrollo humano de los sujetos y las comunidades.

Ahora bien, Muruganandam, S., & Srinivasan (2016) plantean que este contexto de la educación privilegia el reconocimiento de los estilos de aprendizaje, por consiguiente, la didáctica pasa a tener un papel preponderante. Muruganandam, S., & Srinivasan (2016) sigue el modelo Felder-Silverman (ILS) reconoce cuatro dimensiones diferentes para el aprendizaje: 1) la dimensión de percepción, 2) la dimensión de entrada, 3) la dimensión de procesamiento y, 3) la dimensión de comprensión. Es de precisar que estas dimensiones enuncian 16 estilos de aprendizaje

y que generan a su vez un tipo de análisis analógico. Lo anterior se presenta en la siguiente tabla resumen:

**Tabla 1: Estilos de aprendizaje de Felder-Silverman (ILS)**

Dimensión	Estilos de aprendizaje	Estilos de enseñanza
Percepción	Sensitivo	Concreto
	Intuitivo	Abstracto
Comprensión	Secuencial	Secuencial
	Global	Global
Procesamiento	Activo	Activo
	Reflexivo	Pasivo
Entrada	Visual	Visual
	Verbal	Verbal

*Fuente: Campo y Armandi (2017)*

En línea con el modelo Felder-Silverman (ILS) Duchesne y McMaugh (2015); Davis y Sumara (2014), encuentran que los estilos de aprendizaje han tenido unas manifestaciones articuladas a las dinámicas sociales y a los desarrollos de la tecnología de la computación y la comunicación. Casto y De Casto (2017), al igual que Tocci (2015) concluyen que los estudiantes con estilo de aprendizaje sensitivo aprenden más fácil con ejemplos concretos y más prácticos, mientras que los intuitivos son más innovadores y amantes a las teorías, a los significados, al episteme; de igual forma, los estudiantes con estilos de aprendizaje secuencial son mejores para seguir un conjunto de pasos, mientras que los estudiantes globales, son más holísticos; asimismo, los estudiantes con estilo de aprendizaje visual aprenden de mejora manera por medio de imágenes y los verbales, aprenden de mejor manera por medio del lenguaje oral o escrito.

Por otra parte, Romsa, et al., (2017), develan el papel que han jugado los esquemas de aseguramiento de calidad en la educación los que conducen a informar sobre la manera como las instituciones de educación desarrollan estrategias para

garantizar el logro de los resultados de aprendizaje, lo que conlleva a que los profesores deban tener una mayor sensibilidad hacia las formas de aprendizaje de los estudiantes, los que según Howe y Strauss (2000) son de gran complejidad en tanto las nuevas generaciones tienen valores y forma de ver el mundo que permite estilos de aprendizaje y estilos laborales particulares y particularizantes.

De lo anterior, y siguiendo los estudios de Taylor (2017) las generaciones contemporáneas dotan de mayor sentido a los aprendizajes producidos por personas en su diario vivir, por emprendedores y por personas fuera de la académica, dando mayor estima a ambientes altamente tecnológicos y una educación que reconozca la relación de tiempo/resultados, en otras palabras, que satisfagan sus necesidades, subestimando la resolución de problemas abstractos y la planificación de metas a largo plazo.

### **Descripción de la estrategia implementada:**

Atendiendo a las diferentes maneras como logra el aprendizaje las generaciones contemporáneas se traza como estrategia un laboratorio virtual para desarrollar el pensamiento variacional de los participantes. En su diseño y estructura el laboratorio reconoce los criterios propuesto por Taylor (2017), en la medida en que los estudiantes actuales privilegian las situaciones del sector empresarial, contenidos menos académicos y con mayor vinculación vivencial. Es de precisar que se toma como referente el pensamiento variacional por privilegiar el abordaje y uso acentuado de las matemáticas en el abordaje de situaciones en contexto real, habilidad de pensamiento para el análisis de la toma de decisiones y de los ambientes difusos.

Frente a este escenario de nuevos requerimientos para el aprendizaje, se hace necesario recordar que, desde el precepto filosófico, las matemáticas han sido consideradas –desde la perspectiva platónico (Urbaneja, 2006; Faune, 2016) como aquella ciencia que versa sobre lo ideal, lo inmutable, lo eterno. Por su parte Hegel (Duque, 1996; Marrades, 1995) instaura una crítica a este precepto, e invita a las comunidades científicas “matemáticos puros” a repensar en el sentido que deberían tener las matemáticas, sin apartar el precepto ideal, pero sí para poder abordar temas que también deberían hacerse desde esta ciencia (Bell, 2016), entre ellos, la modelación de situaciones que involucren el desempeño laboral, el desempeño ciudadano y el personal.

De esta forma, los esfuerzos de la comunidad académica a nivel internacional y en Colombia, ha orientado estrategias que propenden por el desarrollo de habilidades de pensamiento lógico (Urbaneja, 2004; Perez, et al., 2017). Lo anterior, encuentra su

importancia en el justificar las razones que conllevan a promover e pensamiento variacional, puesto que en la medida en que dinamizar el desarrollo de esta competencia, se busca la manera de hacer entender al estudiante del cómo se producen sistemas en donde existen diferentes variables que permiten covariar entre ellas a partir del movimiento de una de las variables, y que posteriormente permiten diseñar modelos que muestren asertivamente patrones entre ellos y que sean la aproximación más segura a la realidad.

Atendiendo a lo anterior, se afirma que el pensamiento variacional es una habilidad que se necesita en la vida cotidiana, en la toma de decisiones en ambientes de incertidumbre y que a fin de atrapar esos momentos de incertidumbre, se establecen tomas de decisiones de tipo racional, es decir, decisiones que están basadas en un conjunto de posibilidades, de datos estadísticamente organizados y de experiencias, que articulados entre sí, permiten que la decisión que se tome, tenga un mínimo riesgo de equivocación. Los anteriores aspectos son fundamentales para la generación contemporánea que según Howe y Strauss (2000) tienen valores y forma de ver el mundo particularizantes y orientadas a una funcionalidad social y comunitaria.

A lo anterior, hay que agregar que esta habilidad de pensamiento implica el diseño de estrategias de modelación, que permitan manejar grandes volúmenes de datos (Martínez, et al., 2018; Báez, et al., 2017), que permitan encontrar soluciones a partir del movimiento periódico, controlado y significativo de bases de datos, a fin de que el estudiante pueda ver la relación existente entre las variables que son manipuladas, para que contribuya en los estilos de aprendizaje orientados desde lo lineal a lo global y viceversa.

De igual forma, el pensamiento es decisivo frente a) al Uso interactivo de las herramientas tecnológicas y de comunicación; b) la Interacción entre grupos heterogéneos y; c) actuar de forma autónoma (DeSeCo - OCDE, 2005). En conjunto con lo anterior, esta habilidad de pensamiento del orden superior permite el desarrollo de modelaciones, gestionar situaciones de la vida real, el uso de modelación matemática, recrear situaciones de la vida real y pueda hacer la similitud con otras situaciones que guardan una relación entre sí.

Asimismo, Rodríguez-Aflecht, et al., (2018); Holm, et al., (2017); Hannula (2013); Cuevas, (2012); Almeida y Palharini, (2012) le adicionan que el pensamiento matemático en general permite a las personas describir, estimar, organizar, deducir, definir y evidenciar patrones de comportamiento numérico y no numérico, poder hacer diferentes sistemas de representación de la realidad, poder matematizar la

realidad y poder establecer patrones en las situaciones de la vida real, pero también de situaciones simuladas.

Como pensamiento matemático, el pensamiento variacional, promueve (Cantoral y Farfán, 1998; Ruiz, 2009; Ordoñez y Alonso, 2013; Cabeza y Mendoza, 2016): 1) el estudio de las variaciones desde el punto de vista matemático y desde lo fenomenológico, 2) estudio de los pre-saberes matemáticos, que se deben tener en cuenta en el momento de querer modelar o matematizar un problema o una situación, 3) los problemas sociales que se estudian tradicionalmente desde las matemáticas.

### **Lecciones aprendidas y conclusiones por finiquitar:**

El uso del laboratorio virtual de matemáticas se fundamentó en la necesidad específica que se evidencia en los bajos resultados de las pruebas saber pro de los estudiantes de las escuelas de administración objeto de estudio en temas específicos de las matemáticas, sumado a ello, la brecha tecnológica que hay entre los estudiantes y profesores que hay actualmente en estas universidades, situaciones que hacen necesario pensar en la innovación en la didáctica como estrategia que permita reducir esta brecha y contribuir de manera significativa a las necesidades de los estudiantes y de la sociedad actual (Castell, 2013).

El laboratorio virtual se desarrolló con estudiantes en el curso de matemáticas, de estadística y de metodología de la investigación (en la unidad de manejo estadístico de la información), así las cosas, y tal como lo plantea Gavilán et al. (1998). El laboratorio virtual es aquel que permite que los estudiantes realicen investigaciones sobre objetos matemáticos, hagan representaciones de la realidad, proyecten situaciones reales o simuladas mediadas por las TIC. Lo que implicaba –en su momento- que, en la aplicación del laboratorio virtual, los estudiantes desarrollarían diferentes habilidades del pensamiento y que tal como se planteaba anteriormente, el profesor se convierte en un mediador del conocimiento y en un gestor de los recursos para alcanzar el fin propuesto (Galván, 1998), para este caso aprender la matemática y asociarla con el mundo de la vida al trascender de los esquemas abstractos a los esquemas reales.

Referente a pasos del laboratorio virtual fueron los siguientes:

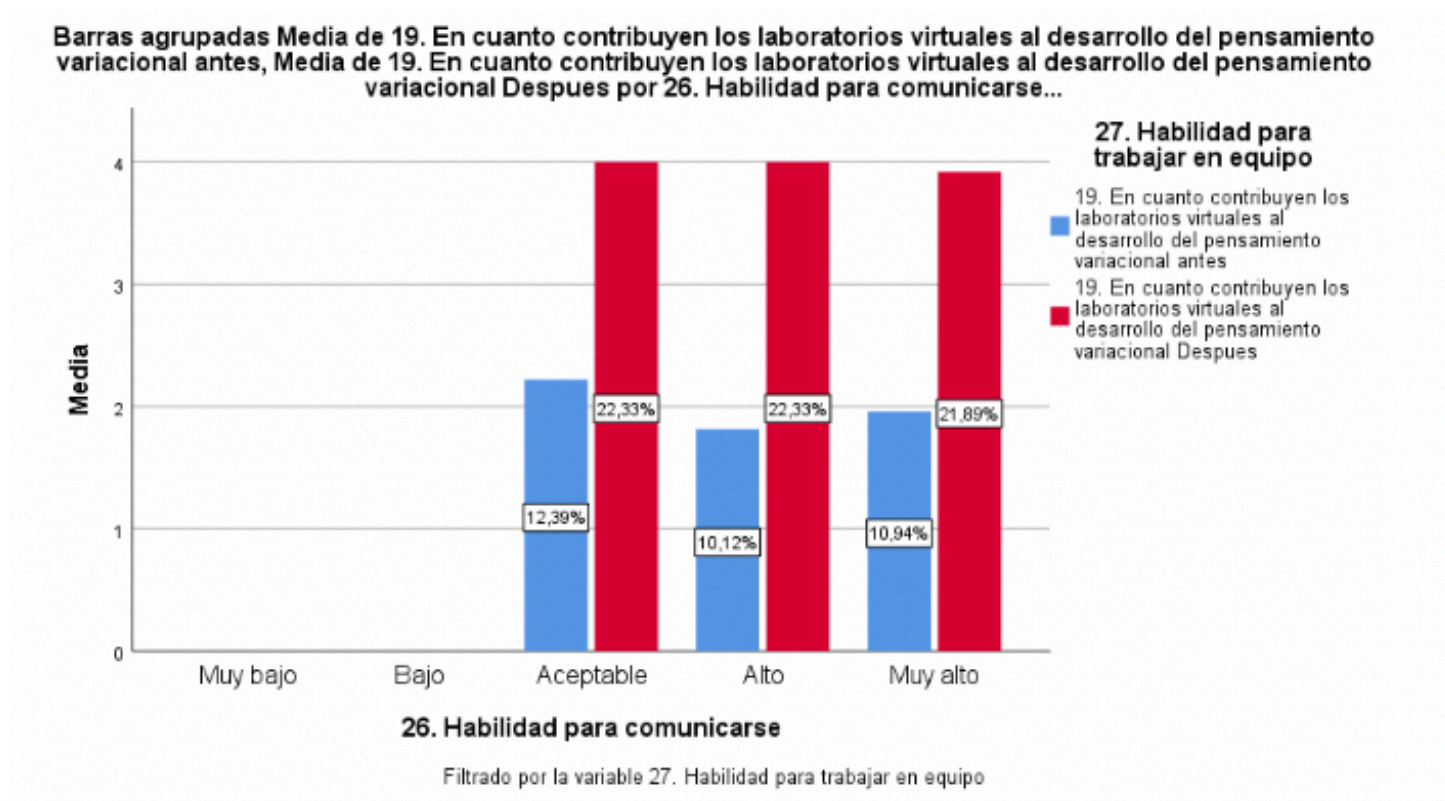
- Identificar las necesidades las necesidades académicas que tuvieran en determinados temas de su formación, además de los gustos personales, laborales y de inves-

tigación. Para este caso, se utilizó el cuestionario Kahoot, para que el diagnóstico se hiciera de manera interactiva y lograr una caracterización de estas necesidades.

- Se plantearon las actividades niveladoras por medio de las herramientas informáticas, para que los estudiantes por medio de los juegos, las actividades interactivas y el desarrollo de proyectos, afirmaran los conocimientos básicos que se necesitaban para iniciar el desarrollo del curso. Las herramientas utilizadas fueron los Applets gratuitos, lo que se caracterizan por ser altamente interactivos y solamente se necesita de Java para poder ejecutarse.

Dentro del proceso de levantamiento de información hecha por medio de diarios de campo y algunos formularios, se logró encontrar lo que se muestra en las siguientes tablas y gráficas:

Figura 1: Comparativo entre la percepción de habilidades de pensamiento periodo 1 y periodo 2 (4 años después del uso de la herramienta)



*Fuente: Elaboración propia de los autores.*

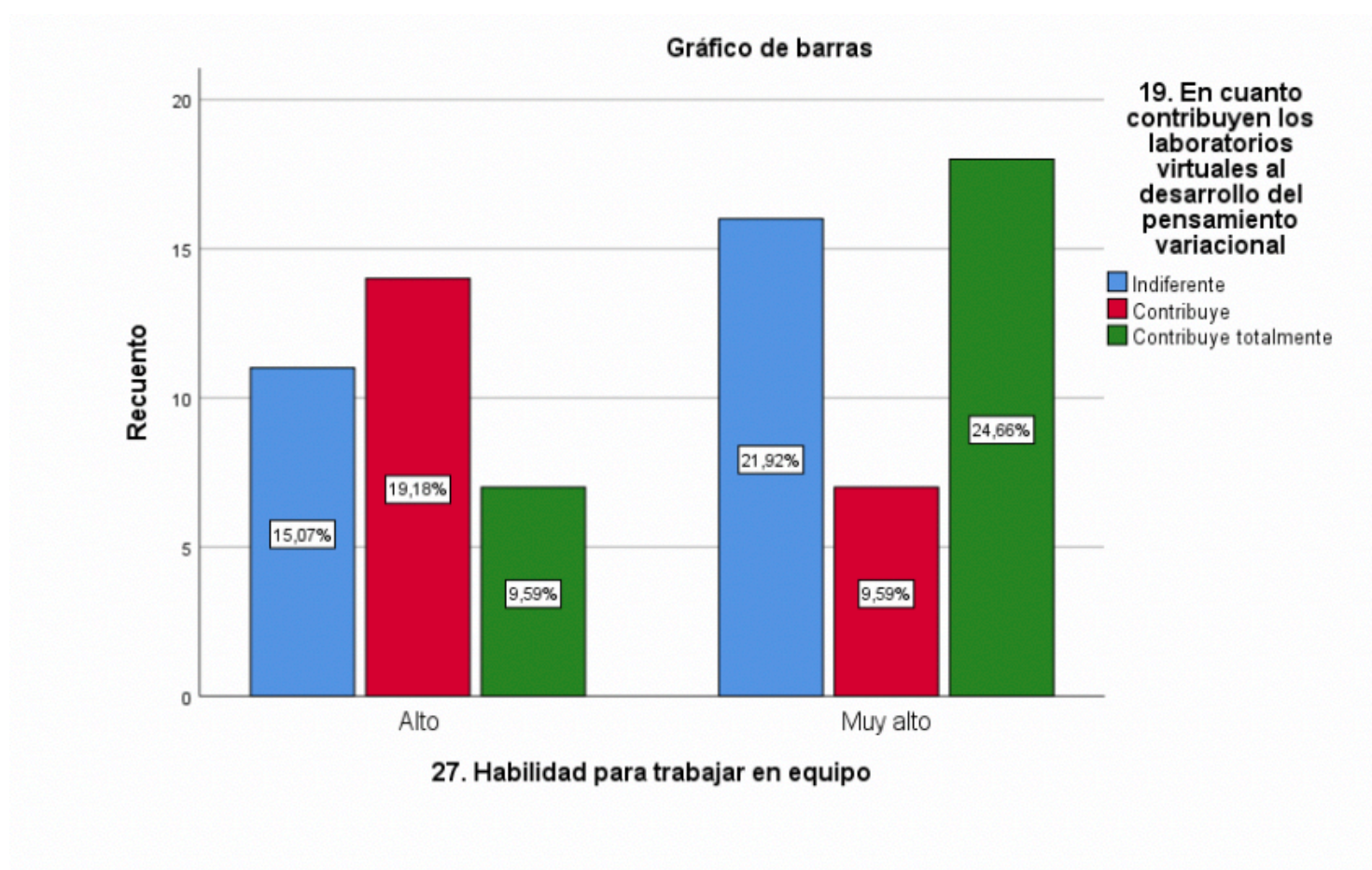
En este gráfico se evidencia que después de aplicados (repetitivamente) los laboratorios virtuales, estos inciden positivamente en el desarrollo de la habilidad para comunicarse. Este hallazgo es bastante importante porque esta capacidad es una habilidad blanda que es requerida por la sociedad actual, las cuales contribuyen al desarrollo de habilidades de emprendimiento e intraemprensimiento, además de ser



elementos fundamentales que sustentan el mejoramiento de las ventajas competitivas de las organizaciones, que contribuyen al nivel de creatividad e innovación de las personas y que se constituye en una herramienta fundamental para la gestión estratégica de lo empresarial y lo no empresarial Florez-Guzmán, M. H., Curvelo Hassán, J. O., Silva, C. A., & Galindo León, P. E. (2017). Visiones de la Contabilidad del Siglo XXI. Tomo III. Bogotá: TEMIS.

Ahora se presentan de forma individual los análisis de la contribución de los laboratorios virtuales, a las habilidades de trabajo en equipo y a las habilidades de pensamiento científico.

Figura 1: Relación entre las habilidades de trabajo en equipo con el desarrollo de habilidades de pensamiento variacional.

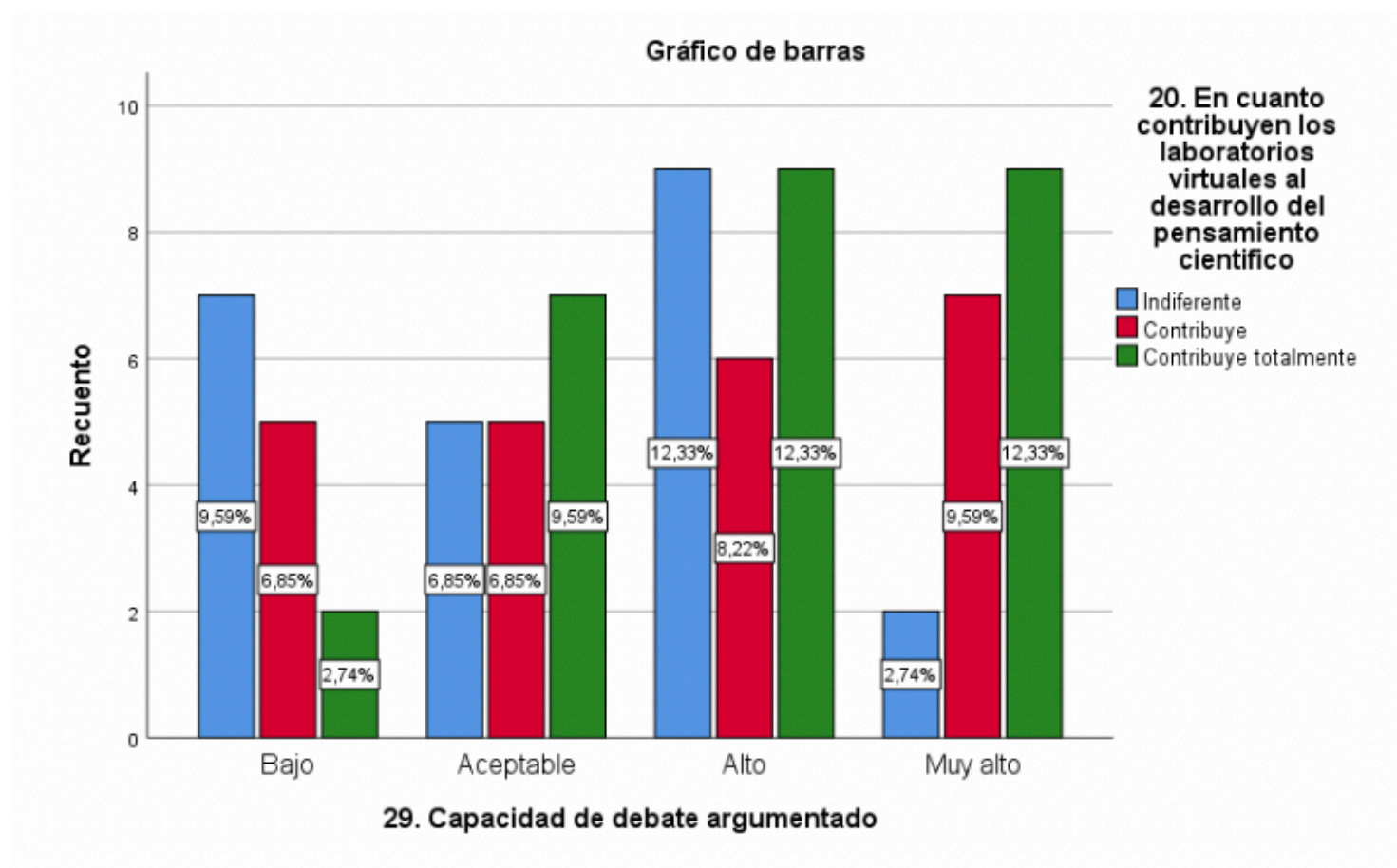


*Fuente: elaboración propia de los autores.*

En este gráfico se evidencia que los rangos en los que se encuentra la relación entre las habilidades del trabajo en equipo y el desarrollo de pensamiento variacional, se encuentran entre alto y muy alto, favoreciendo el hecho de que la percepción en la toma de información se encuentra concentrada en que contribuye y contribuye totalmente, la cual es percepción de los estudiantes, lo que implica una percepción

positiva de los estudiantes y profesores respecto a la implementación de los laboratorios en el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo.

Figura 2: Relación entre el uso de laboratorios virtuales en el desarrollo del pensamiento científico desde la perspectiva de la capacidad de debate argumentado.

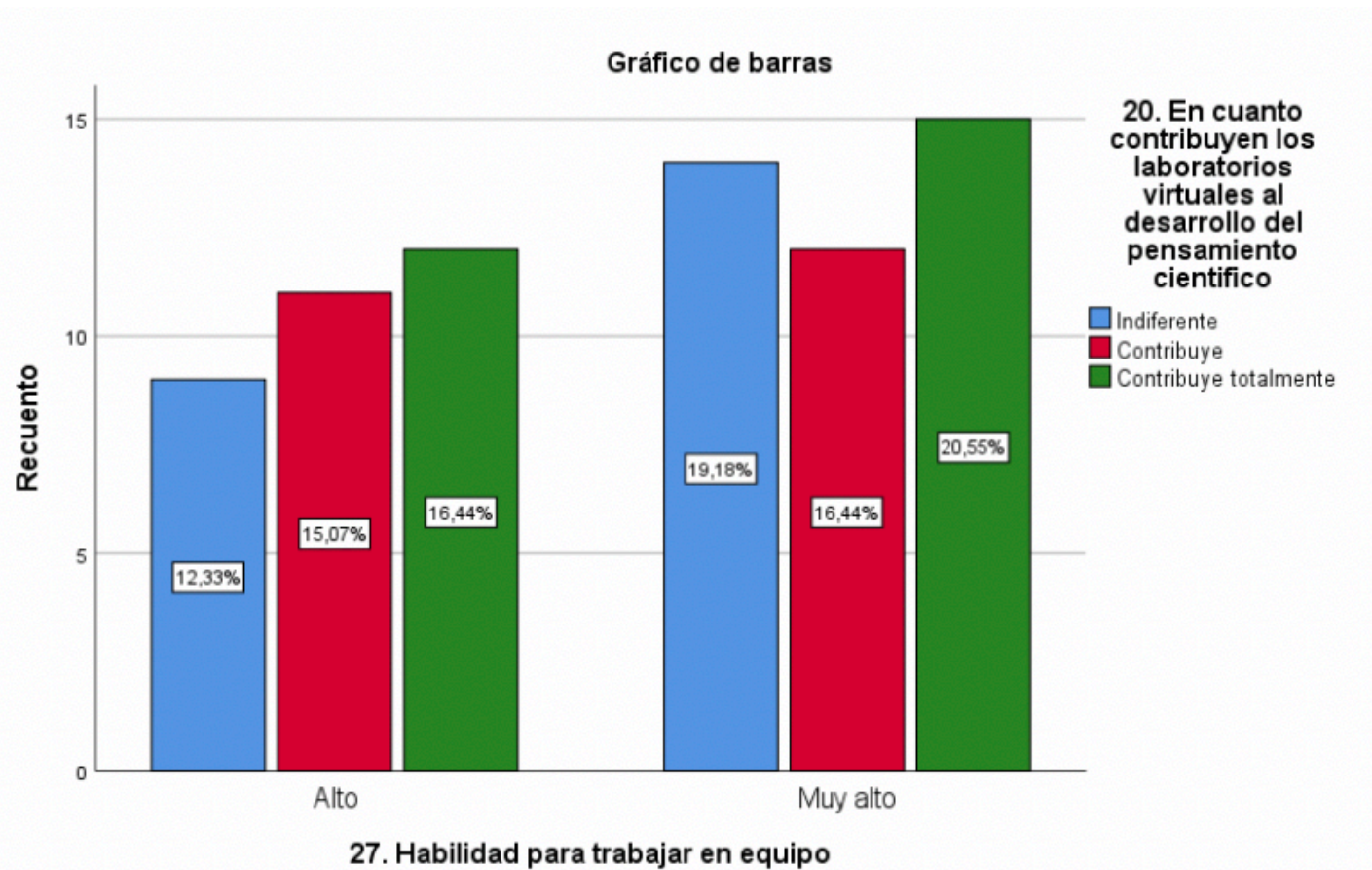


*Fuente: elaboración propia de los autores.*

En esta gráfica se evidencia que existe una relación significativa entre el desarrollo de la capacidad de debate argumentado con el desarrollo de pensamiento científico a partir del uso de laboratorios virtuales, toda vez que la mayor concentración de los ítem (contribuye y contribuye totalmente), se encuentran en los niveles desde aceptable, alto y muy alto, teniendo mayor representatividad en alto y muy alto, y en contraste con los valores obtenidos en el nivel bajo, en donde contribuye totalmente es tan solo del 2.74%.



Figura 3: relación que existe entre el desarrollo de las habilidades de pensamiento científico y las habilidades de trabajar en equipo, mediados por el laboratorio virtual.



*Fuente: elaboración propia de los autores*

En esta gráfica se pone de manifiesto que existe una relación directa y significativa entre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico y las habilidades de trabajo en equipo, toda vez, que los valores recolectados, se encuentran en los rangos de alto y muy alto y los ítems de contribuye y contribuye significativamente ascienden al 68%, en contraposición con el ítem denominado como indiferente es de 32%. Es importante precisar que en la escala se designaron los ítems de no contribuye y poco contribuye, las cuales no fueron elegidas por los estudiantes y profesores.

Ahora bien, en la ejecución de las actividades niveladoras se encontraron sistematizados en la siguiente tabla resultados:

Tabla 2, ventajas y desventajas del uso de los Applets

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Permite la representación de cantidades mayúsculas de repeticiones de una situación, a fin de verificar su regularidad (caso lanzamiento de una moneda) se puede hacer la simulación de millones de lanzamientos de la moneda, con el objetivo de determinar la regularidad de la probabilidad de ocurrencia del suceso: cara o sello.	Algunos de los estudiantes no cuentan con los recursos necesarios que les permita hacer este tipo de simulaciones en su domicilio
Permite ir construyendo la representación gráfica de la situación objeto de estudio, lo que facilita al estudiante entender de forma visual la regularidad del experimento y además ir relacionando las regularidades con las formas representativas, situación que lo aproxima a las definiciones de representación de funciones y establece las relaciones entre las variables que intervienen en el experimento.	Algunos estudiantes no consideran como (formales) este tipo de estrategias, por lo que se corre el riesgo de que la actividad dirigida (laboratorio virtual) se quede como una actividad lúdica sin valor académico alguno
Facilita la interacción entre estudiantes y motiva a la discusión de la proyección de las situaciones, es decir, los trabajos en grupo de los estudiantes ya no se limitan al levantamiento de la información, sino al análisis y a sus proyecciones, permitiendo de esta forma que el estudiante trate de explicar la tendencia de los datos del experimento y dé el argumento del por qué considera que el conjunto de datos tendrá esa tendencia específica. En otras palabras, coadyuva al trabajo colaborativo que es otra de las necesidades de la actual sociedad.	La simulación de la realidad aunque permite nuevas relaciones e interacciones entre la teoría y la práctica, es de cuidado cuando el estudiante no entra en la fase de análisis y solo se queda con la descripción de los datos, es decir, el laboratorio solamente cumple con su función, cuando el estudiante está obligado a argumentar, si se queda solo en la parte descriptiva, puede generar una descontextualización de los elementos propios de la realidad estudiada.
Permite de manera rápida la modificación de las cantidades de objetos observables, es decir, si se toma como base el ejemplo anterior, se podría no solo lanzar una moneda sino dos o tres, observar el comportamiento de cada una de ellas, hacer hipótesis sobre los resultados probables que se pueden obtener y establecer las relaciones entre la tendencia inicial –conjunto finito y pequeño de repeticiones- y el conjunto final de datos –tendencia a infinitas repeticiones-.	El docente y el estudiante deben tener claro e concepto de evaluación permanente, es decir, el docente debe evaluar de forma sistemática la evolución de los argumentos del estudiante y esto presupone una forma distinta –de la tradicional- al momento de evaluar, lo que implica nuevas estrategias de evaluación y más tiempo requerido para evaluar por parte del estudiante.
Se puede establecer la relación de datos relevantes, que permiten la interacción de la teoría y la praxis, en el contorno de situaciones simuladas de la realidad y que tienen como fin último, que el estudiante entienda que los datos en algunas ocasiones no representan la realidad, es decir, que el orientar los datos matemáticos, las fórmulas y las tendencias a la mera estructura matemática, en algunas ocasiones, causará que éstos no estén centrados en la situación real.	El laboratorio virtual como estrategia pedagógica y sobre todo como herramienta didáctica, es solo importante para el estudiante en la medida en que le ayude a comprender situaciones no triviales de la vida real, es decir, la motivación solo está en cuanto le represente al estudiante una ayuda para aprender más fácil y de mejor manera.
Reduce la cantidad de reproducciones de cálculos, es decir, poco aeróbico lineal (poco ejercicio de aplicación estricto de fórmulas) y permite que el estudiante se concentre en los aspectos conceptuales y análisis cualitativo, lo que hace que las habilidades de pensamiento lógico, variacional y científico se activen de cara al contexto social, personal o empresarial.	
Favorece la generación de nuevas situaciones en la que los estudiantes tienen la posibilidad de validar las hipótesis que se planteen en estas nuevas experiencias y facilitan la generación de nuevas propuestas a solución de situaciones problemáticas, y en el mejor de los casos, pueden comprobar la viabilidad de su planteamiento antes de tomar la decisión, así como poder interactuar con grandes volúmenes de datos, lo cual hace que se amplíe el espectro de la teoría y del manejo de datos a partir de la relación de variables dependientes e independientes.	

*Fuente: elaboración propia de los autores*

Es de precisar que los applets aplicados a los laboratorios virtuales son herramientas estáticas, que se encuentran plenamente configuradas y que su fin último es arrojar datos (resultados) a partir de la manipulación de las variables García (1999), además, De Jong y Van Joolingen (1998) plantean que los applets coadyuvan

al aprendizaje por descubrimiento y que insertados en los laboratorios virtuales, permiten de esta forma desarrollar habilidades de pensamiento científico y variacional (Guzmán, 2015).

Como ya se enunció para poder aplicarlo primero se hizo su construcción, se seleccionó los applets y posteriormente se hizo la inclusión de cada uno de ellos en presentaciones power point, las cuales se guardaron en formato de solo presentación XML de Power Point y en la cual se encontraban botones de hipervínculos para que los estudiantes pudieran manipular fácilmente. La forma del laboratorio fue:

1) presentar las instrucciones del laboratorio, mencionando los applets que iban a encontrarse, la forma del cómo deberían abordarse los problemas y las preguntas que se querían resolver con la situación planeada, además de un formato para que el estudiante planteara una situación que tuviera que ver con el tema, o que reflejara otros aspectos de la realidad.

2) Aplicar el laboratorio: se hacía de forma individual o grupal, dependiendo de lo que se buscara afianzar, es decir, si lo que se quería era hacer una situación evaluativa de conocimientos, se hacía de forma individual, pero si lo que se buscaba era desarrollar la capacidad de argumentación de decantación de ideas y de exploración, la actividad se hacía de forma grupal.

3) se genera el reporte del caso de laboratorio, es decir, al inicio siempre se aplicaba una prueba diagnóstica y al finalizar se hacía la misma prueba, con el objetivo de definir cuáles eran los avances que se habían obtenido en el desarrollo de la actividad, es decir cuál fue el nivel de pensamiento variacional alcanzado por el estudiante después de realizada la actividad. Los resultados se sistematizan en la siguiente tabla resumen:

**Tabla 3. habilidades de pensamiento superior y el mejoramiento de las competencias**

Exigencia de la sociedad actual	Actividad en el laboratorio	Resultados obtenidos
<p>Aprendizaje y trabajo colaborativo (León del Barco, B., &amp; Latas Pérez, C., 2005)</p> <p>Capacidad de aprendizaje (OCDE)</p> <p>Competencia tecnológica</p>	<p>Resolución de problemas en grupo, utilizando la técnica de la rejilla (se divide el número de estudiantes en grupos de la misma cantidad de integrantes, para que compartan las soluciones, metodologías para abordar la situación, dificultades y aciertos)</p>	<p>Desarrollo de pensamiento variacional a partir del estilo de pensamiento lineal al global, toda vez que los estudiantes al interior de los grupos se ponen de acuerdo para abordar el problema con un método específico y argumentando desde un precepto teórico en consenso por el grupo. Al realizar la técnica de la rejilla, los estudiantes exploran diferentes formas de abordar la situación y exploran nuevos mundos de soluciones y hacen nuevas propuestas.</p>
<p>Procesos de adaptación a las necesidades variables de las comunidades y de la sociedad (Vélez, E. P., 2013).</p> <p>Formación integral del ser humano (Vélez, E. P., 2013).</p> <p>Repensar escenarios de la vida</p> <p>Competencia tecnológica</p> <p>Dominio del saber científico (saber cómo se piensa en la ciencia y cómo se puede crear a partir de ella (MEN, 2005)</p>	<p>Simulaciones de situaciones de la vida cotidiana y la aplicación de las ciencias al desarrollo de las comunidades actuales (laboratorio virtual de control de lectura)</p>	<p>Los estudiantes abordan un tema específico en el cual se muestre la importancia que ha tenido las ciencias en el desarrollo de la humanidad (transferencia de conocimiento de la ciencia a la empresa, a las realidades sociales) se hace control de lectura en la cual los estudiantes establecen relaciones entre la variable dependiente (desarrollo de la humanidad) y las variables independientes (desarrollo puro de las ciencias y desarrollo aplicado) todo mediante juegos de tableros de mando en donde los estudiantes van siguiendo pasos de control de lectura de forma metodológica, plantean hipótesis y luego las aceptan o refutan según lo encontrado en la lectura. Este ejercicio sirve para desarrollar habilidades de pensamiento científico.</p>
<p>Aumento de la calidad científica y tecnológica, y transferencia de conocimiento (Vélez, E. P., 2013).</p> <p>Capacidad de adaptación (OCDE)</p> <p>Competencia tecnológica</p>	<p>Ejercicios de escritura argumentada aumentando de nivel la situación problemática</p>	<p>Se van planteando situaciones problemáticas en las cuales los estudiantes deben utilizar los <i>applets</i> como herramientas para el manejo de datos, inician con preguntas en el nivel de principiante y a medida que los estudiantes van descubriendo y haciendo mediciones para la solución de los problemas, en esa misma medida va aumentando el nivel de mediciones y de la calidad de argumentos que deben plantear para la resolución de problemas. Es decir, se inicia con la competencia interpretativa, de observación, de descripción, hasta llegar a la competencia propositiva, análisis multivariado y análisis inferencial y probabilístico. Este ejercicio sirve para que el estudiante entienda la importancia del manejo de la tecnología en el proceso e proyecciones y además el nivel de complejidad de las ciencias y su labor en la solución de situaciones problemáticas.</p>
<p>Generación de motivación hacia la creatividad, para recrear situaciones y contextos posibles y viables (Vélez, E. P., 2013; Masterparqua citado por Vásquez et.al, 1999)</p> <p>Correcto procesamiento de los datos (Vélez, E. P., 2013).</p> <p>Mayor destrezas y pertinencia en las actividades que desarrolle (Pirela Morillo, J., &amp; Peña Vera, T., 2005)</p> <p>Capacidad de innovación (OCDE)</p> <p>Competencia tecnológica</p>	<p>Simulaciones de problemas con grandes volúmenes de datos</p>	<p>Los laboratorios virtuales tienen como ventaja el manejo real de grandes volúmenes de datos en tiempos reducidos, además de mostrar gráficamente el comportamiento de los datos recopilados en el experimento, lo que hace que los estudiantes puedan recrear situaciones en contextos que difícilmente se pudieran lograr en el campo real, disminuyendo el tiempo en la toma de datos y concentrando la atención en el análisis de los datos arrojados por los <i>applets</i>, lo que se considera como el desarrollo de la habilidad de toma de decisiones de tipo racional, porque se concentra en el manejo estadístico, de tendencias y de experiencias fundamentadas en evidencias de datos o de resultados obtenidos científica o experimentalmente. Esta actividad contribuye directamente a desarrollar en el estudiante habilidades de pensamiento científico, tecnológico y habilidades de manejo de datos en grandes volúmenes (Big Data).</p>

**Tabla 4. Habilidades necesarias en los docentes y en las cuales los laboratorios virtuales pueden contribuir**

Necesidad del docente	Actividad en el laboratorio
<p>Satisfacer las necesidades disímiles de los estudiantes</p> <p>Despertar la curiosidad por el conocimiento</p> <p>Diseñar clases y adaptar materiales de acuerdo a las necesidades de cada estudiante</p> <p>Articular de forma consiente las prácticas pedagógicas, el diseño curricular, los objetivos institucionales, las necesidades de aprendizaje individual y colectivo</p>	<p>Simulaciones de situaciones de la vida cotidiana y la aplicación de las ciencias al desarrollo de las comunidades actuales (laboratorio virtual de control de lectura)</p>
<p>Necesidad de comunicación asertiva</p> <p>Respeto a las diferencias en el ser y en el conocer, pero sobre todo en el proponer</p> <p>Encauzar emociones de los estudiantes de manera positiva</p> <p>Generar capacidad autocrítica</p> <p>organizar equipos de trabajo orientados al logro de metas y aprendizajes más eficaces y placenteros</p>	<p>Resolución de problemas en grupo, utilizando la técnica de la rejilla (se divide el número de estudiantes en grupos de la misma cantidad de integrantes, para que compartan las soluciones, metodologías para abordar la situación, dificultades y aciertos)</p>
<p>Desarrollar pensamiento científico a partir de la formulación, aceptación o rechazo de hipótesis</p> <p>Necesidad de comunicación asertiva</p> <p>Articular de forma consiente las prácticas pedagógicas, el diseño curricular, los objetivos institucionales, las necesidades de aprendizaje individual y colectivo</p> <p>Despertar la curiosidad por el conocimiento</p>	<p>Ejercicios de escritura argumentada aumentando de nivel la situación problémica</p>
<p>Despertar la curiosidad por el conocimiento</p> <p>Desarrollar pensamiento científico a partir de la formulación, aceptación o rechazo de hipótesis</p> <p>Satisfacer las necesidades disímiles de los estudiantes</p>	<p>Simulaciones de problemas con grandes volúmenes de datos</p>

*Fuente: elaboración propia*

## Conclusiones

Las necesidades de la sociedad actual enmarcan a la educación como aquella que permite la formación de actores que entienden los diferentes mundos de la vida y que de esta forma se convierten en agentes de la transformación de los mismos; por lo que el desarrollo de las apuestas en la educación contemporánea, no debe estar basada únicamente en la transmisión de conocimientos sino en el desarrollo de competencias

que le permitan adaptarse, repensar y transformar los escenarios de los mundos de la vida.

Las nuevas generaciones –millennials, generación Z y las futuras– tiene un alto grado de razonamiento respecto al significado del conocimiento, lo que se manifiesta en su capacidad de poner en duda y de generar nuevas formas de comprender los fenómenos. A sí mismo tienen un alto grado de preferencia al uso de las tecnologías de la información y la comunicación, retando a la educación, en especial a los profesores, puesto que éstos deben adaptarse y transformarse de cara a estas nuevas necesidades y la generación de innovaciones en la didáctica.

Se entienden las nuevas necesidades de las comunidades como aquella enmarcadas por las competencias, y en una de ellas, se encuentra la competencia digital, la cual es una herramienta fundamental para entender los diferentes mundos de la vida, repensar procesos y poder evitar el cúmulo de información que no se necesita para la asertiva toma de decisiones, es decir, las herramientas tecnológicas permiten –entre otras cosas– a decantar datos innecesarios para la gerencia la toma de decisiones, y permite hacer construcciones de las realidades a partir del uso adecuado de los datos y la creación de información útil para diferentes grupos de interés.

Los laboratorios virtuales, como estrategia didáctica articulada con la formación integral de los estudiantes, se convierte en una herramienta que permite –además de motivar y ampliar en los estudiantes la competencia tecnológica–, desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento científico y variacional, los cuales son fundamentales para adaptarse a los diferentes mundos de la vida y para recrear y generar nuevos escenarios que contribuyan directamente a la transformación de la humanidad en pro del bien común.

En línea con lo anterior debe destacarse que el laboratorio virtual evidencia a su vez la forma del cómo se desarrollan las actividades por parte de los estudiantes, la utilización múltiples herramienta didáctica para la evaluación, y de manera sensible aquellas que tiene como fundamento verificar por medio de un juego el nivel de conocimiento que tienen los estudiantes en un determinado tema. En dicho contexto se muestra la incidencia del laboratorio virtual en el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, variacional y el mejoramiento de las competencias que se exigen en la sociedad actual (mega tendencias).

## Referencias

- Báez, A. M., Martínez-López, Y., Pérez, O. L., & Pérez, R. (2017). Propuesta de Tareas para el Desarrollo del Pensamiento Variacional en Estudiantes de Ingeniería. *Formación universitaria*, 10(3), 93-106.
- Bell, E. T. (2016). *Historia de las matemáticas*. Fondo de cultura económica.
- Bianco, C., Lugones, G., Peirano, F., & Salazar, M. (2016). Indicadores de la Sociedad del Conocimiento: aspectos conceptuales y metodológicos.
- Boud, D., Cohen, R., & Sampson, J. (2014). *Peer learning in higher education: Learning from and with each other*. Routledge.
- Campo, M., & Amandi, A. (2017). Milleannizando el CMMI: el “mito” de los estilos de aprendizaje hecho realidad. In XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2017).
- Canales, E. C., Camacho, F. F., Cázares, L. G., de la Cruz Martínez, G., Ortega, J. R., & Martínez, R. C. (2016). Laboratorios de ciencias en el bachillerato: tecnologías digitales y adaptación docente. *Apertura*, 8(1), 48-65.
- Castells, M. (1997). *La Era de la Información: Economía, Sociedad y Cultura*. Vol. 2 El Poder de la Identidad. Madrid: Alianza.
- Castells, M. (2013). *Communication power*. OUP Oxford.
- Castro, S., & de Castro, B. G. (2017). Los estilos de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje: una propuesta para su implementación. *REVISTAS DE INVESTIGACIÓN*, 29(58).
- Cortina, A. (1995). La educación del hombre y del ciudadano. *Revista Iberoamericana de educación*, 7, 41-63.
- Dann, R., Adcroft, A., Alexander, R., Arendt, H., Arnold, M., Askew, S., ... & Barker, E. L. (2017). Dialogic or dialectic? The significance of ontological assumptions in research on educational dialogue. In *Developing Feedback for Pupil Learning: Teaching, Learning and Assessment in Schools* (Vol. 30, No. 4, pp. 1-3). London: Learning Sciences International.
- Davis, B., & Sumara, D. (2014). *Complexity and education: Inquiries into learning, teaching, and research*. Routledge.
- DE JONG, T. y VAN JOOLINGEN, V. (1998) El entorno SMISLE: diseño y aprendizaje con entornos integrados de simulación. En Vizcarro y León (comp.) *Nuevas Tecnologías para el aprendizaje*. Ediciones Pirámide. Madrid
- Duchesne, S., & McMaugh, A. (2015). *Educational psychology for learning and teaching*. Cengage AU.

Duque, F. (1996). Hegel: de las difíciles relaciones entre la Ciencia y las Ciencias. *Thémata*, 17, 167-197.

Faune, C. C. (2016). La afección en la cosmología de Platón. *Bajo Palabra*, (4).

Flecha, R., Puigvert, L., y Gómez, J. (2001). *Teoría sociológica contemporánea* (Vol. 149). Grupo Planeta (GBS).

Florez-Guzmán, M. H., Curvelo Hassán, J. O., Silva, C. A., & Galindo León, P. E. (2017). *Visiones de la Contabilidad del Siglo XXI. Tomo III*. Bogotá: TEMIS.

Freire, P. (2006). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa. siglo XXI*.

Galván Espinosa, M. (1998). Marco de referencia tecnológico para el desarrollo de cursos virtuales de Educación a Distancia. *Revista Transferencia. Tecnológico de Monterrey, México*.

García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, (207), 1-12.

García Pérez, F. F. (2016). Educar en la escuela para afrontar los problemas del mundo. Más allá de lo imposible. La dimensión política de los derechos humanos en el siglo XXI (pp. 145-171).

GARCÍA, A. (1999) La simulación de fenómenos físicos y experiencias de laboratorio en Internet. I Congreso Nacional de Informática Educativa. Puertollano. Ciudad Real.

GAVILÁN, J.M.; ARIZA, A.; SÁNCHEZ, A., y BARROSO, R (1999): Software en el aprendizaje de las Matemáticas. *Revista de Enseñanza Universitaria*, número extraordinario, 349-360.

Guzmán, F., & Heimer, M. (2015). Laboratorio de estadística. Retrieved from <https://bit.ly/2Grc6zS>

Habermas, J. (2002). *Acción comunicativa y razón sin transcendencia* (Vol. 156). Grupo Planeta (GBS).

Habermas, J. (2018). *The philosophical discourse of modernity: Twelve lectures*. John Wiley & Sons.

Hamstra, S. J., Brydges, R., Hatala, R., Zendejas, B., & Cook, D. A. (2014). Reconsidering fidelity in simulation-based training. *Academic Medicine*, 89(3), 387-392.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). México: McGraw-Hill.



Holm, M. E., Aunio, P., Björn, P. M., Klenberg, L., Korhonen, J., & Hannula, M. S. (2017). Behavioral executive functions among adolescents with mathematics difficulties. *Journal of learning disabilities*, 0022219417720684.

ÍÑIGUA PIQUER, M. P., & Planella, J. (2016). Utopía, educación y cambio social transformador. De Hinkelammert a Habermas. *Opción*, 32(79).

JÜRGEN, Habermas. (1999). Teoría de la acción comunicativa. Preludio Primero.

León del Barco, B., & Latas Pérez, C. (2005). Nuevas exigencias en el proceso de enseñanza aprendizaje del profesor universitario en el contexto de la convergencia europea: La formación en técnicas de aprendizaje cooperativo. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 8(6).

Marrades Millet, J. (1985). Descartes, Newton y Hegel: sobre el método de análisis y síntesis. *Pensamiento*, 1985, vol. 41, num. 164, p. 393-430.

Martínez, B. G., Espinosa, L. M., & Flores, M. D. (2018). Aprendizajes para la vida que generan competitividad. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 11, 1163-1175.

Muruganandam, S., & Srinivasan, N. (2016). Appraisal of felder-silverman learning style model with discrete data sets. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(10).

Pérez, V. H. C., Echeverri, L. F., & Zarrazola, E. (2017). Objetos matemáticos sensibles y objetos Matemáticos inteligibles. *Estudios de Filosofía*, (55), 187-205.

Pirela Morillo, J., & Peña Vera, T. (2005). Nuevos desafíos para la formación del profesional de la información frente al surgimiento de la cibersociedad: un enfoque de competencias. *Investigación bibliotecológica*, 19(38), 118-139.

Proyecto DeSeCo, O. C. D. E. (2005). Definición y selección de competencias.

Reece, I., & Walker, S. (2016). *Teaching, training and learning: A practical guide*. Business Education Publishers Ltd.

Rodríguez-Aflecht, G., Jaakkola, T., Pongsakdi, N., Hannula-Sormunen, M., Brezovszky, B., & Lehtinen, E. (2018). The development of situational interest during a digital mathematics game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(3), 259-268.

Romsa, K., Bremer, K. L., & Lewis, J. (2017). The Evolution of Student-Faculty Interactions: What Matters to Millennial College Students?. *College Student Affairs Journal*, 35(2), 85-99.

Taylor, K. (2017). Millennials Spend 18 Hours a Day Consuming Media--And It's Mostly Content Created By Peers, *Entrepreneur*.

Tedesco, J. C. (2000). Educar en la sociedad del conocimiento (Vol. 584). Fondo De Cultura Economica El.

Tesaurus de la UNESCO. (2019). Retrieved from <https://bit.ly/2e5jV1v>

Tobón, S., Guzmán, C. E., Silvano Hernández, J., & Cardona, S. (2015). Sociedad del conocimiento: estudio documental desde una perspectiva humanista y compleja. *Paradigma*, 36(2), 7-36.

Tocci, A. M. (2015). Caracterización de perfiles de estilos de aprendizaje en alumnos de Ingeniería según el modelo de Felder y Silverman. *Journal of Learning Styles*, 8(16).

UNESCO (2014). International Bureau of Education. The Global Centre of Excellence in Curriculum and related matters. En: <https://bit.ly/2g2gofu>

Urbaneja, P. M. G. (2004). La historia de las matemáticas como recurso didáctico e instrumento para enriquecer culturalmente su enseñanza. *Suma*, 45, 17-28.

Urbaneja, P. M. G. (2006). Platón y la Academia de Atenas. Nivola.

Vallaes, F. (2008). ¿Qué es la responsabilidad social universitaria? Nuevo León, México. consultado en: <https://bit.ly/2VobioY>

Vásquez, J., Aznarán, R., Pérez, A. y Alvarado, E. (1999). Las ciencias básicas de la competencia clínica. Trujillo: UNI.

Vélez, E. P. (2013). La educación universitaria: exigencias y desafíos. *Alteridad*, 8(1), 97-104.

## CAPÍTULO 4

---

# EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE Y CALIDAD EDUCATIVA EN ENTORNOS VIRTUALES

*Nancy Dalida Martínez Barragán*

Colombia

### **Sobre la autora:**

**Nancy Dalida Martínez Barragán:** Docente educación superior, tutora virtual, diseño de ambientes de aprendizaje, manejo de plataforma virtuales y pedagogías emergentes mediadas por TIC, asesora en pedagogía, currículo y evaluación del aprendizaje, Investigadora Colciencias Colombia Línea IP (Innovación pedagógica); experiencia en el sector educativo todos los niveles, procesos de acreditación educación superior, analítica en sociedades del conocimiento. Doctora en Sociedades del conocimiento y acción en los ámbitos de educación, comunicación, derecho y TIC, Magister en E-Learning y redes sociales, Especialista en educación y Licenciada en Ciencias de la educación con especialidad en administración educativa. Directivo docente en el área académica. Bogotá, Colombia

**Correspondencia:** [dalimart2@yahoo.com](mailto:dalimart2@yahoo.com), [nmartinezb@ecci.edu.co](mailto:nmartinezb@ecci.edu.co)

## Resumen

En el presente artículo se explican los principales elementos de la evaluación del aprendizaje, funciones y características; así como las estrategias y técnicas de evaluación en ambientes E-Learning, cuya aplicación se observó en 36 aulas virtuales de la transversalidad de una Institución de educación superior, comprendiendo además aplicación de rúbricas específicas o matrices de valoración.

Los ambientes mediados por las TIC promueven el uso de recursos educativos, los cuales permiten al estudiante el dominio del conocimiento a través de la red, e implementar estrategias de autoaprendizaje, autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación; tales como estudio de caso, ABP, AOP, wiki, foros, talleres o tareas, infografías, entre otros; allí la labor del tutor virtual es ser guía y mediador del aprendizaje del estudiante.

La investigación descriptivo- cualitativa desarrollada abordó la problemática institucional de inconsistencias en el proceso de calificación de actividades en aulas virtuales y el excesivo tiempo dedicado por los tutores a evaluar, así como el gran número de inconformidades de los estudiantes respecto de dicho proceso.

El nuevo sistema de rúbricas aplicado en las aulas virtuales permitió que tanto docente como estudiante, apropiaran los criterios a evaluar e interactuaran más objetivamente en el proceso aprender-enseñar, lo cual causó una mejora visible en la calidad académica en el desarrollo de los cursos y cuyo seguimiento y resultados se lograron realizando un proceso secuencial de observación y análisis durante 4 semestres, apoyado en una matriz de verificación de impactos aplicada por los tutores virtuales.

**Palabras claves:** Evaluación, E-Learning , rúbricas, aprendizaje, calidad.

# *Evaluation of learning and educational quality in virtual environments*

## **Abstract**

In this article the main elements of the evaluation of learning, functions and characteristics are explained; as well as the strategies and evaluation techniques in E-Learning environments, whose application was observed in 36 virtual classrooms of the transversality of a higher education institution, including the application of specific rubrics or evaluation matrices.

ICT mediated environments promote the use of educational resources, which allow the student to master knowledge through the network, and implement self-learning, self-assessment, co-evaluation and hetero-evaluation strategies; such as case study, ABP, AOP, wiki, forums, workshops or tasks, infographics, among others; there the task of the virtual tutor is to be a guide and mediator of the student's learning.

The descriptive-qualitative research developed addressed the institutional problem of inconsistencies in the process of qualifying activities in virtual classrooms and the excessive time spent by the tutors to evaluate, as well as the large number of disagreements of students regarding this process.

The new system of rubrics applied in the virtual classrooms allowed both teacher and student to appropriate the criteria to be evaluated and interact more objectively in the learning-teaching process, which caused a visible improvement in the academic quality in the development of the courses and whose monitoring and results were achieved through a sequential process of observation and analysis during 4 semesters, supported by a matrix of verification of impacts applied by virtual tutors.

**Keywords:** Evaluation, E-Learning, rubrics, learning, quality.

## **1. Marco teórico.**

### **1.1 Evaluación**

Es un proceso complejo componente del proceso Enseñanza –Aprendizaje,

permite tanto a docente como estudiante legitimar sus roles para el alcance de calidad, teniendo en cuenta que desde la óptica docente es un aspecto sustantivo de su labor y es un proceso regulador (Serrano,2002) que permite diagnosticar, realizar la fase formativa como acreditador de avances en la formación de estudiante y tiene como consecuencia la fase sumativa. Y desde el punto de vista del estudiante permite que asuma su propia observación del aprendizaje y compare sus resultados con los avances y procesos cognitivos que desarrolla, bajo unos criterios establecidos.

La evaluación requiere una estimación y para ello el docente observa, acompaña y analiza para posteriormente aplicar unos criterios o descriptores, previamente preparados que permitan emitir juicios más acertados, en relación con los méritos y las debilidades del estudiante en el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje ( Pérez, López, Peralta y Municio,2004); convirtiéndose ello en factor de calidad. Da cumplimiento a los objetivos formativos y sumativos (Black,1998, Torrance y Prior, 1998), permite dar cuenta de lo que realiza el estudiante, certificar competencias y comparar resultados para propiciar la mejora continua e impactar positivamente el aprendizaje (Gipps,1994; Villardón,2006).

La conceptualización sobre evaluación ha ido evolucionando y transformando las prácticas de aula en la medida en que los sistemas educativos han ido desarrollando nuevas visiones e incorporando nuevos sistemas de definición y aplicando las nuevas tecnologías; como lo expone Casanova (2011):”....se han ido incorporando concepciones según la psicología evolutiva y la psicología del aprendizaje”(p.84), la evaluación ha sido considerada proceso de evolución del conocimiento (Buitrago,2012).

## **1.2 Funciones de la evaluación**

Siendo el objeto de estudio de la evaluación, el análisis del avance del estudiante en su proceso de aprendizaje (Castillo,2002); junto con sus técnicas y características ( Álvarez, 2013;Catalayud,2007;Escudero,2007), cuando se habla de evaluación del aprendizaje en educación superior se esta hablando de:

- Un proceso educativo
- Un medio utilizado por el docente para potenciar la mejora del estudiante
- Una herramienta pedagógica para realizar seguimiento y retroalimentación

- Un mecanismo para estimar logros del estudiante de manera continua y permanente
- Un proceso que supone reflexión valorativa

Para que el proceso evaluativo esté fundamentado y cuente con racionalidad y objetividad, es necesario que el docente salga del paradigma de la calificación puramente sumativa, para pasar a valorar el avance del estudiante, de acuerdo con unos criterios establecidos en el proceso de planeación académica. Así, un acertado proceso de evaluación debe ofrecer información real sobre el aprendizaje, dar cumplimiento a las funciones básicas que determinan el éxito del proceso:

1.2.1 Función orientadora: La evaluación debe proponer e inducir el desarrollo de la integralidad profesional, por tanto presume el rol mediador y guía del docente, para lo cual cabe tomar en cuenta:

- La situación de ingreso del estudiante, también llamada evaluación diagnóstica
  - Procesos que se desarrollarían en el aula
  - Planeación curricular
  - Estrategias de enseñanza aprendizaje
  - Formas y metodologías evaluativas (Martínez,2016)

Lo anterior, permite que los estudiantes participen en un proceso de calidad académica y la evaluación sea sostenible ( Boud,2000), orientada al aprendizaje ( Carless,2003) y que ofrece recomendaciones para la mejora (Ibarra y Rodríguez, 2010).

1.2.2 Función reflexiva: el estudiante de educación superior debe realizar un análisis sobre su propio aprendizaje, implica el seguimiento del trabajo autónomo y la detección de debilidades, de esta manera acepta la complejidad del proceso, la incertidumbre y el riesgo (Perrenoud,2007).

1.2.3 Función metacognitiva: función tal que debe estar prevista desde la fase de planeación del docente, para ayudar a determinar el alcance del conocimiento, requiere interacción permanente estudiante- docente, docente –estudiante y una supervisión continua desde el rol del tutor; ello implica un ambiente auto observado

(Barrero,2000) y la preparación de estímulos e instrumentos de evaluación que propongan conflictos cognitivos (Alonso,1989).

1.2.4 Función formativa: útil para valorar los procesos, enfatiza en la obtención de datos durante el desarrollo del proceso enseñanza –aprendizaje desde el rol del tutor, determinando niveles de construcción y apropiación del conocimiento (Quesada,2013), las competencias alcanzadas en cualquier etapa del proceso educativo. Su finalidad es propiciar el perfeccionamiento del estudiante por tanto favorece su desarrollo individual y está al servicio de la práctica pedagógica ( Álvarez, 2001).

1.2.5 Función sumativa: esta función se utiliza para emitir juicios de valor de los productos y procesos que se esperan del estudiante (Casanova, 1998), con realizaciones concretas susceptibles de valoración que permiten determinar el grado de aprendizaje y decidir sobre un resultado positivo o negativo. Al hablar de evaluación, es necesario anotar que ningún documento, definición o teoría de la misma puede tomarse en términos absolutos, ya que su aplicación no puede darse en sentido universal sino desde distintas teorías y ópticas pedagógicas, psicológicas, metodológicas y didácticas (Martínez, 2017).

### **1.3 Fases del proceso evaluativo**

1.3.1 Evaluación diagnóstica o inicial : ilustra al docente en cuanto a las condiciones

y las conducta de entrada de los estudiantes en relación con la asignatura y el curso, su propósito es identificar realidades, se basa en la recogida de datos ( Castillo y Cabredizo, 2010) y sirve para apoyar al estudiante en aquellas debilidades marcadas que pueden afectar su posterior proceso de aprendizaje, tomando decisiones oportunas y pertinentes .

1.3.2 Evaluación procesual: se realiza en el proceso enseñanza-aprendizaje, de manera permanente con fines formativos; ayuda a regular los avances del estudiante, le permite reconocer sus propios avances y procurar mejoras. Su esencia radica en que puede analizar el docente los puntos críticos y generar alternativas de mejoramiento de manera inmediata. Sirve como estrategia de mejora y para ajustar los procesos educativos ( Castillo y Cabredizo, 2010). Con la aplicación de las rúbricas



en plataforma virtual esta evaluación se hace mas sencilla dado que el estudiante conoce sus aciertos y dificultades y recibe adicionalmente una retroalimentación de las razones por las cuáles obtuvo el resultado. La evaluación formativa se centra en partes esenciales de los contenidos programáticos, es continua y debe basarse únicamente en pruebas formales, actividades específicas, ejercicios ( Rosales, ,2014)

**1.3.3 Evaluación final :** es la que está orientada a medición, generalmente se aplica

al final de un periodo académico o un proceso educativo y su propósito es asignar la calificación totalizadora que puede ser cuantitativa o cualitativa, las cuales se asocian con el nivel de avance de los estudiantes. Es aplicable para el análisis diagnóstico del periodo inmediatamente siguiente ( Castillo y Cabredizo, 2010) Sirve de base para certificar dominio, determinar promociones de un grado o nivel al otro ( Rosales, 2014).

#### **1.4 La evaluación del aprendizaje en educación superior.**

La educación superior, dada su diversidad en cuanto a disciplinas y programas de formación, provista de elementos académicos, técnicos, tecnológicos, de investigación y desde multiplicidad de enfoques educativos y diseños curriculares, intenta abordar el conocimiento, generar estructuras mentales en los estudiantes y promover los aprendizajes competenciales.

Sin embargo, pasar del paradigma de la educación tradicionalista a la educación basada en competencias, interdisciplinar y provista de desarrollo complejo del pensamiento ha sido un reto; ya que definir un sistema de evaluación pertinente a las nuevas concepciones educativas requiere ante todo un modelo pedagógico que sustente las prácticas de seguimiento y valoración del aprendizaje del estudiante; de allí, que obliga a cuestionar sobre: cómo?, mediante qué estrategias?, cuál es la metodología aplicable en el entorno virtual? cómo evaluar saberes y competencias? Qué y para qué evaluar?

De la misma forma, se hace necesario analizar la pertinencia de los métodos de evaluación aplicados en las instituciones de educación superior, los tipos de pruebas y técnicas evaluativas que demuestren la objetividad en los juicios de valor emitidos por el docente, ello es tema de análisis en el nivel profesional ya que los

contenidos, las competencias y por ende la metodología evaluativa, están en estrecha interrelación en el quehacer de aula y requieren un proceso de articulación conceptual y preparar a los docentes para una práctica de aula pertinente y exitosa que potencie las capacidades del estudiante y éste a su vez demuestre autónomamente su nivel de aprendizaje, para el caso de la educación virtual a través de los recursos de la web (Martínez, 2016).

La evaluación debe concebirse como sistema que promueve el conocimiento y la ciencia, no como cúmulo de conceptos fragmentados; sino como un saber de conjunto, que promueva saberes aplicados, crear y recrear desde la base de la investigación y el buen uso de las tecnologías, lo cual requiere actualizar y modificar los modelos para la enseñanza –aprendizaje y por ende la actualización de metodologías de evaluación (Hamodi, López y López, 2014).

### **1.5 La evaluación del aprendizaje en ambientes mediados por las TIC**

El aula virtual es un espacio de comunicación síncrona y asíncrona, por tanto el estudiante y el tutor pueden emplear variedad de estrategias y herramientas de la web en la comunicación para acceder a contenidos, actividades de aprendizaje, evaluaciones y además utilizar los recursos en horarios y espacios no condicionados.

En la interacción del estudiante y el tutor en ambientes mediados por las TIC, se requiere que ambos desarrollen competencias para acceder y manejar los distintos recursos tecnológicos, el educador además tiene el reto de actualizar sus estrategias metodológicas y didácticas de manera que sean apropiadas al aula virtual (Blanguéz, Alonso, Yuste y Baradajoz, 2012 ; Gicardi, Morrow y Davis, 2011), para lograr procesos de aprendizaje y evaluación efectivos y objetivos, categorizados como parte del proceso educativo y desarrollados a lo largo del mismo (Birnbau, 2001) y permitan desde el rol del docente una innovación formativa (Sancho, 2011).

En el aula virtual el proceso evaluativo debe cumplir las fases y etapas para el desarrollo completo de la misma; la autoevaluación como auto concepto del estudiante en el proceso, la coevaluación que le permite interactuar con sus pares y con el docente para emitir valoraciones de conjunto sobre las actividades, roles y responsabilidad y la heteroevaluación como concepto del tutor en relación con el

cumplimiento de los criterios que han sido diseñados para la evaluación (Martínez, 2016).

Las fases : diagnóstica , formativa y sumativa explicadas anteriormente, permiten que tanto estudiante como docente puedan observar el proceso de aprendizaje en general y las debilidades y fortalezas del mismo en particular; según Vera y Prendes (2011) se denomina evaluación inicial, procesual y final. En el entorno E-Learning la evaluación se caracteriza por las condiciones formativa y sumativa, en un proceso sistémico entrada-proceso-salida (Menhrotra, Hollister y McGahey,2001; López, 2011), sin embargo ante los cambios de la educación actual se requiere una mirada más abierta y flexible para implementar nuevas formas didácticas, metodologías activas y formas evaluativas que maximicen las oportunidades de formación (Osterhoff y Ely, 2008) para un ambiente abierto y en línea que permita la autorregulación ( Leal, 2013 y López, 2013) y autoformación del estudiante.

Para realizar un acertado proceso evaluativo en el aula virtual se debe tener especial atención en la planeación de la misma, siendo un proceso interactivo como señalan Weschke y Canipe (2010) se requiere adecuar unos criterios específicos, constituyendo rúbricas o tablas de desempeño (López,2013), las cuales integran criterios y descriptores específicos para valorar el aprendizaje del contenido, la competencias desarrolladas, la aplicación de conceptos , siendo el docente agente evaluador, guía, motivador y mediador de aprendizaje. En ambientes mediados por las TIC el tutor incorpora al proceso evaluativo gran cantidad de herramientas que facilitan al estudiante construir tareas, optimizar tiempos y esfuerzos ( Serrano, 2002), siempre promoviendo la creatividad y la innovación; sin embargo llama la atención:

El aula se convierte en un espacio de pura aplicación tecnológica? Descuidando la parte didáctica y metodológica? O se potencia como espacio de autoformación, aprendizaje significativo, conceptualización y procesos de conocimiento, desarrollo de competencias y pensamiento complejo?

La evaluación en la educación E-Learning posibilita:

- Flexibilidad en tiempos y espacios
- Potencia capacidad de autoformación

- Se aplican criterios establecidos para la evaluación de actividades
- Se puede lograr un proceso automatizado continuo y personalizado
- Se propicia seguimiento permanente, retroalimentación y corrección
- El estudiante desarrolla el proceso según su estilo de aprendizaje
- El estudiante puede aplicar mejoras en las actividades durante el proceso
- El estudiante analiza sus propias debilidades y fortalezas
- Hay verificación automática de resultados
- Se desarrolla pensamiento crítico y analítico
- Se propicia permanente interactividad

El papel de las tecnologías según García (2015) define el término autorregulación y analiza cómo la evaluación aporta información permanente al tutor sobre el avance y actividad del estudiante; ello le permite analizar a cada estudiante en el contexto de los objetivos académicos.

Para el desarrollo del proceso evaluativo en entornos E-Learning, el tutor virtual como potenciador de desarrollo integral del estudiante y mediador de conocimiento debe estar en capacidad de:

- Concordar los Estándares del plan de estudios y el currículo con las aplicaciones informáticas de última tecnología
- Motivar y orientar al estudiante a alcanzar competencias TIC
- Utilizar las TIC para evaluar conocimientos
- Utilizar las TIC para mediar el aprendizaje y promover que le estudiante construya estructuras mentales
- Elaborar unidades didácticas y proyectos de clase
- Implementar diversas metodologías y didácticas que se ajusten al entorno virtual
- Elaborar matrices de valoración o rúbricas basadas en niveles de conocimiento y rendimiento escolar, que le permitan evaluar el grado de comprensión del estudiante (UNESCO;2008)

## **1.6 Estrategias y técnicas de evaluación en ambientes E-learning**

En ambientes mediados por las TIC como proponen Barberá, Badia y Mominó (2003) es necesario incluir la evaluación automática, la cual facilita los tiempos del docente con un registro inmediato y permite al estudiante conocer con antelación

los criterios incluidos para la evaluación de la actividad de aprendizaje, promoviendo la autoevaluación y la mejora permanente en el proceso de aprendizaje; dado que el aula virtual facilita el estudio de contenidos mediante la digitalización de AVAS y OVAS con lo cual se contribuye al desarrollo de la capacidad de innovación (Sánchez, 2015) en las distintas disciplinas. Se propicia la producción académica individual y colaborativa (Levis, 2011).

Las plataformas virtuales permiten implementar actividades de aprendizaje y evaluativas como:

- Foros de debate sencillo y uso general
- Tareas ( Subida de archivos gráficos y de texto)
- Actividades colaborativas como la wiki
- Blogs
- Glosarios
- Cuestionarios
- Diarios
- Permite combinar e incluir redes sociales como opciones alternas de comunicación e interacción (Martínez, 2016)
- Uso de herramientas para el desarrollo de mapas mentales, mapas conceptuales, líneas de tiempo, collages.
- Aprendizaje y evaluación con estudio de casos
- Aprendizaje y evaluación ABP (Aprendizaje basado en problemas)
- Aprendizaje y evaluación con AOP (Aprendizaje basado en proyectos)
- Conformación de redes de conocimiento y comunidades de aprendizaje (Martínez, 2016).

De esta manera, el tutor virtual planea el desarrollo de competencias y el abordaje de conceptos, procedimientos, procesos y en general desarrollo de construcciones cognitivas; ello potencia el uso del aula virtual para el éxito de la acción formativa centrada en el estudiante (Salinas, 2011). Sin embargo, se reitera que los recursos de la web, no pueden superar la acción didáctica del docente quien en todo momento desarrolla el rol protagónico, como mediador de aprendizaje, para lo cual debe tener especial cuidado en dar cumplimiento a la planeación metodológica y de las fases y subprocesos de la evaluación del aprendizaje; utilizando las rúbricas

para describir el desempeño de aprendizaje del estudiante (Bujan, et al,2011) ya que son un medio o herramienta para dar cuenta del mismo.

En la educación superior, la realidad educativa propone que las aulas virtuales sean espacios para desarrollar capacidades, habilidades, destrezas, competencias y saberes integrando la autorregulación (EUCEN,2005; Area,2010; Valverde y Adelaida, 2014), por tanto, el tutor debe motivar la participación activa, direccionar los contenidos y actividades de aprendizaje ( Goicoetxea, Aramendi, Bujan, Rekalde y Ros,2010) para dar cuenta de las fortalezas y debilidades del estudiante en relación con unos estándares educativos, competencias transversales y específicas (García, 2014) para logra los objetivos educacionales en su ciclo de formación. Así mismo, proponer al estudiante diferentes rutas de aprendizaje integrando las TIC para valorar la realidad de manera crítica, con lo cual se desarrolla además pensamiento reflexivo y de solución de problemas (Martínez, 2016).

#### 1.6.1 Evaluar con metodología estudio de caso

Un caso es un instrumento educativo que muestra una situación compleja expresado en formas narrativas (Wassermann,1.994), por tanto prestan gran utilidad para el aprendizaje y la evaluación del estudiante, para resolver el caso es necesario aplicar no solamente los conceptos disciplinares e interdisciplinares , sino las competencias para analizar dimensiones no contempladas como aplicación de procedimientos, capacidad de análisis, creatividad (Llanes y Massot,2013) y aplicación de lo aprendido.

En esta técnica, el estudiante recibe como base del proceso un caso, una serie de situaciones o problemáticas de la vida real para su estudio y análisis (Dirección de Investigación y desarrollo educativo Tecnológico y estudios superiores de Monterrey, s.f); así que para resolverlo el estudiante debe realizar una interpretación compleja, disponer de conceptos previos y proponer posibles soluciones y tomar decisiones desde diversos puntos de vista; ello implica un aprendizaje activo; es decir realiza un proceso de comprensión de una realidad (Doyle, 1990) y abstracción para intervenirla; se propone como protagonista del estudio (De Miguel, 2006) analizándolo como caso singular desde su complejidad (Stake,2007).

En esta metodología el rol del tutor virtual dista mucho de dar instrucciones, o

proponer el contenido como simple transferencia de conceptos, para promover el desarrollo de competencias en los estudiantes, se requiere una planeación específica cuyo referente debe ser el objetivo de aprendizaje, prever las competencias a desarrollar, establecer qué técnicas didácticas se van a utilizar promoviendo una orientación, guía desde preguntas críticas (Wassermann, 1.994) y la mediación del aprendizaje del estudiante para lograr su entrenamiento en este tipo de actividades de aprendizaje; esta metodología permite la aplicación de conocimientos para resolver un caso en contexto, lo cual es considerado como elemento facilitador entre a teoría y la práctica ( Giné,2011).

Lo anterior puede desarrollarse en el entorno E-Learning ya que el ambiente de aprendizaje se convierte en un espacio innovador (Ramos, Herrera y Ramírez, 2010), permite además un trabajo colaborativo situando al estudiante en una realidad, así debe aplicar pensamiento divergente y realizar actividades de aprendizaje significativo (Depresbiteris, 2002 citado en Silva,2008), con ello el estudiante plantea hipótesis y genera proceso de comprobación de información constituyéndose además en proceso investigador ya que la situación del caso enfrenta al estudiante a una realidad propuesta.

El proceso para evaluar con estudio de caso es simple:

- El tutor debe seleccionar un caso en la etapa de planeación
- Describir el problema y sus características
- El estudiante debe analizar varias opciones, seleccionar y explicar la solución ( Silva,2008).

#### 1.6.2 La evaluación para aprendizaje basado en proyectos (AOP)

Los entornos educativos mediados por las TIC han evolucionado de acuerdo a los avances pedagógicos, metodológicos y tecnológicos; por tanto se asumen nuevos retos desde el punto de vista del estudiante y del docente (Rodríguez, Maya y Jaén, 2012), esta metodología activa se centra en el estudiante como constructor de su propio conocimiento (Martínez,2016). Este tipo de aprendizaje propone al estudiante una guía para aplicar los conceptos, lo involucra en el aprendizaje complejo y significativo (Maldonado, 2008), los estudiantes discuten, proponen e investigan,

comprueban hipótesis y se preparan para enfrentarse a entornos reales, aplicando además habilidades y destrezas para la interacción de grupo (Correa, 2003).

La presentación de un proyecto en general, implica en la educación superior el desarrollo de competencias reflexivas, investigativas y de aplicación por tanto el currículo y el proceso evaluativo debe prever los procesos de soporte para observar y valorar en qué medida el estudiante demuestra pensamiento complejo, para abordarlas desde su proyecto de vida contemplando competencias que afiancen la identidad del ser humano (Tobón, 2008), hasta proyectos emprendedores que resalten sus potencialidades para desempeñarse como un ser humano en sociedad (Martínez,2016).

### 1.6.3 La evaluación en el aprendizaje basado en problemas

El ABP según Barrows (1996) es un método de aprendizaje que usa el problema como punto de partida para la adquisición de integración de nuevos conocimientos. Está centrado en el estudiante dado que asume la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje e investiga en fuentes diversas para conseguir la información que requiere para resolverlo (Morales y Landa, 2004).

Esta metodología es valiosa en la educación superior, permite que el estudiante dote de significado propio los conceptos, de manera que elabora conexiones sustantivas (Coll, 1998) evitando recibir y reproducir información memorística; dado que para resolver el problema requiere revisión, modificación y enriquecimiento de sus estructuras de pensamiento (Morales y Landa, 2004).

El estudiante por tanto debe iniciar su proceso de construir su propia experiencia del problema, para luego tomar decisiones. Es una metodología que implica un rol diferente del docente en la medida que la evaluación permita analizar no solamente la solución que el estudiante propone al problema sino el análisis de los diversos caminos o rutas que utiliza para llegar a ella (Martínez,2016).

El ABP requiere, según Morales y Landa (2004) evaluar aspectos como: aporte individual, aporte al equipo, co-evaluación, autoevaluación y heteroevaluación, convirtiéndose así en un proceso de evaluación completa.



#### 1.6.4 La evaluación en tareas documentos y talleres

En la educación superior la construcción de documentos de texto fomenta el aprendizaje de los estudiantes, es una práctica de manejo de hipertexto (Rouet, 1998) y desarrollo metacognitivo mediante la cual se construye conocimiento, se aplican los conceptos de ciencia y se promueven las competencias comunicativas; la producción textual puede evaluarse mediante autoevaluación y heteroevaluación, se aplican además los instrumentos de corrección automática (Olea y Ponsoda, 1998) mediante los cuáles para la educación E-Learning el tutor virtual, dispone de gran cantidad de herramientas tecnológicas que le permiten además de valorar la construcción del texto, su argumentación y construcción, evaluar el uso de las tecnologías por parte del estudiante, la aplicación de los conocimientos adquiridos y su capacidad de investigar, producir y exponer saberes basados en referentes teóricos válidos respetando los derechos de autor (Martínez,2016).

#### 1.6.5 La evaluación en la wiki

La wiki es una herramienta del aula virtual que permite el trabajo colaborativo, la interacción de grupos y la construcción de conocimiento, en la educación superior se propone como una forma de concepción compartida de autoría, aplicación de conceptos vistos, desarrollo de proyectos o producir texto y crear colectivamente; además de dar valor al trabajo del otro (Montenegro y Pujol, s,f), aspectos tales que se evalúan mediante criterios diseñados para analizar y valorar la suficiencia del aprendizaje y la interacción con los demás.

#### 1.6.6 La evaluación en el foro

El foro es una actividad que puede proponerse como uso general o debate sencillo en el aula virtual, su finalidad es desarrollar la actividad de discusión y la construcción compartida de conocimiento (Barberá, Badia y Mominó, 2003), aunque carecen de una estructura formalizada, promueven el debate y por ello son herramientas importantes para evaluar participación e interacción del estudiante, actitudes, valores y normas que en la educación superior evidencian el nivel de formación del estudiante (Martínez,2016).

La educación superior requiere el desarrollo de competencias en los estudiantes, la cuales permiten su desempeño profesional en el contexto global; los espacios formativos son cada vez más flexibles (Area y Adell, 2009) y por ello el foro se convierte en una experiencia de aprendizaje que se ajusta fácilmente a cualquier tema y asignatura, con la mediación del docente se logra integrar las herramientas electrónicas a la construcción de conocimiento (Martínez, 2016).

#### 1.6.7 La evaluación en entornos colaborativos y redes de conocimiento

El Blog es una herramienta que permite la creación de conocimiento en redes de aprendizaje, es aplicable a la creación de conceptos o profundización de contenidos, dado que hoy en día estamos conectados a la red en forma casi permanente, la teoría del aprendizaje para la era digital nos integra al trabajo académico, disciplinar e interdisciplinar; como lo enuncia Siemens (2005) el aprendizaje ocurre en entornos virtuales con elementos que están bajo control de las personas. Los blogs por tanto son herramientas con recursos disponibles que permiten observar el aprendizaje como proceso, la construcción y reflexión colectiva (Bartolomé, Martínez y Tellado, 2014).

Las redes de conocimiento avanzan en la medida en que han ido aumentándose los niveles de comunicación digital, el uso del internet ha facilitado el intercambio, colaboración y comunicación, por lo que ha generado comunidades de aprendizaje (Salinas, 2003; Levis, 2011), los procesos de aprendizaje se orientan al trabajo colaborativo entre profesionales.

Para desarrollar procesos de evaluación en redes y comunidades de aprendizaje en la educación superior, es necesario que el docente sea facilitador del constructo social (Salinas, 2003) y que el estudiante sea responsable de su propio aprendizaje en un ambiente de buenas relaciones humanas, sentido de trabajo en equipo y objetivos comunes (Maldonado, 2008).

Los entornos colaborativos permiten que los participantes en construcción de conocimiento accedan a diversidad de materiales, herramientas técnicas y actividades que permiten la interacción permanente y autónoma; estos ambientes requieren un diseño de evaluación más complejo en lo técnico-pedagógico y una propuesta de interactividad que garantice construcción y aprendizaje desde la

actividad conjunta, permitiendo llevar a cabo la evaluación (Mauri, Onrubia, Coll y Colomina 2005; Minnaard y Minnaard, 2014, Martínez, 2016).

#### 1.6.8 La evaluación en documentos gráficos e infografías

La infografía es considerada una combinación entre el lenguaje visual y verbal, los cuales se complementan para emitir una producción en la cual el estudiante ha aplicado sus capacidades de síntesis, análisis y abstracción de un tema; el lenguaje verbal es analítico, divide y compara en etapas, partes, nexos y comprensiones mientras que el lenguaje visual es sintético porque percibe significatividades (Colle, 2004). Un estudiante a través de una infografía expresa la comprensión del tema o tópico propuesto y la manifiesta con lenguaje verbal que requiere una forma gramatical y una asertividad expresiva y la combina con lenguaje visual para llegar a una expresión icónica (Colle, 2004) que puede ser: integración de dibujo y texto, imágenes divulgativas, diagramas infográficos, info-mapa, línea de tiempo, secuencias tiempo espaciales, hasta icnográficos mixtos y mega gráficos que emiten de manera compleja la explicación que el estudiante propone al tema demostrando su proceso de síntesis.

### 1.7 Matrices de valoración o rúbricas

Las rúbricas también llamadas matrices de evaluación o de verificación son guías de puntuación para evaluar el desempeño del estudiante (Andrade, 2005; Bujan, et al.; Fernández, 2010; Goodrich, 2000; Mertler, 2001; López, 2013) y describen los criterios de calidad o características específicas del desarrollo que se espera en el proceso enseñanza-aprendizaje, valoran la ejecución y facilitan el feedback (retroalimentación). Para que el proceso de evaluación sea pertinente con el resto del proceso educativo, éste se ha venido transformando como elemento del currículo, como lo exponen Bartolomé, Martínez y Tellado (2014) y Valverde y Adelaida (2014), para ello se ha propuesto la aplicación de las rúbricas de evaluación facilitando al docente hacer seguimiento al aprendizaje.

Cobran gran importancia, ya que dejan ver niveles progresivos de dominio o desempeño que el estudiante muestra respecto de la producción que se pide como resultado de su aprendizaje, ante una situación auténtica que es el contenido (Díaz, 2006) y por ende son opciones viables para otorgar criterios cuantitativos,

cualitativos o mixtos (López, 2013), que finalmente permitan emitir un juicio de valor. Los procesos evaluativos con la aplicación de rúbricas son ventajosos, ya que propician un análisis tanto al estudiante como al docente sobre la fase de aprendizaje y desarrollo en que se sitúan; por tanto se pueden convertir en una práctica simple (López, 2013) que facilita al docente proponer al estudiante mejoramientos constantes (Martínez,2016).

En la educación superior las rúbricas requieren diversidad de formas y procedimientos de valorar el avance del estudiante, relacionar los descriptores y niveles de logro propiciando un alto nivel de objetividad y practicidad, ya que sus entradas permiten unir y relacionar los criterios que se han de observar y relacionarlos a su vez con las competencias como dominios de desempeño.

En la educación superior, las matrices de evaluación se constituyen en un recurso para la evaluación integral, formativa y sumativa aportando mayor claridad y objetividad. Mediante las rúbricas se posibilita valorar aspectos complejos, imprecisos y subjetivos, aportando una evaluación fácilmente interpretable, justa y transparente (García, 2014), que garantiza tanto a estudiante como a tutor una mirada mas amplia tanto en el desarrollo de competencias como de saberes.

### 1.7.1 Componentes de una rúbrica

Para elaborar una rúbrica deben tenerse en cuenta tres componentes (López, 2013):

Figura1. Componentes o elementos para construir una rúbrica



*Fuente: Fuente: Martínez, Nancy D. (2018) Componentes de rúbrica. En: Tesis doctoral Evaluación ambientes mediados por las TIC influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. Universidad Intencional de la Rioja. 2018*

*Elaboración propia*

### 1.7.2 Etapas en la construcción de una rúbrica

El diseño de la matriz de evaluación es una de las fases del diseño instruccional de un curso virtual, por tanto el docente debe poner especial atención en alinear el contenido temático del currículo, las competencias a desarrollar, de acuerdo con López (2013) se deberán seguir los siguientes pasos:

- Establecer la naturaleza del desempeño en términos de competencia.
- Identificar las categorías o aspectos a evaluar según la actividad de aprendizaje.
- Definir la escala de valoración.

- Desarrollar los descriptores por cada categoría.
- Determinar el peso de cada categoría sobre el porcentaje total.
- Elaborar un borrador y verificar la calidad de la rúbrica.
- Elaborar la rejilla o matriz.

## **2 La experiencia**

Se inicia el estudio y análisis del estado del arte de las aulas virtuales en relación con el proceso de evaluación del aprendizaje, notando que la aplicación de la rúbrica genérica (Figura 3) aplicada en aulas virtuales de pre-grado de diferentes disciplinas arrojaba debilidades como:

- Existe un alto nivel de falencias en el proceso evaluativo y el registro de la nota al estudiante
  - Los tutores no recibieron asesoría pedagógica específica sobre el proceso evaluativo como despliegue del tercer componente del modelo pedagógico (evaluación del aprendizaje)
    - Los tutores emplean demasiado tiempo en el registro de nota y retroalimentación dado que la rúbrica genérica aplicada entre el 2015.1 y 2015.2 no se adecuaba a todas las actividades y sus criterios son ambiguos
      - No existía entre 2015.1 y 2015.2 diseño instruccional unificado en todas las aulas virtuales, por tanto cada profesor interpreto las indicaciones y desarrolló el curso
      - Un alto porcentaje de aulas no aplicaron la alineación entre el modelo pedagógico, diseño curricular basado en competencias y por ende el proceso evaluativo quedo desarticulado de los dos componentes anteriores
        - Los tutores en su mayoría no tuvieron acceso a los micro currículos para planear las actividades de aprendizaje por tanto los objetivos y las competencias se interpretaban de diferente manera
          - Las fortalezas detectadas y consolidadas en el DOFA del proceso de Observación inicial fueron muy bajas
          - Durante el lapso de aplicación de la rúbrica genérica para registrar la calificación sumativa en las actividades de aprendizaje de los estudiantes se generó un alto porcentaje de reclamo de nota

Se consolida la información con la aplicación de una matriz de verificación

(Tabla 1 ) que sirve como soporte a la implementación del sistema de evaluación propuesto y su alineación con el modelo pedagógico de la institución de educación superior, con lo cual se corrobora la información obtenida de las encuestas a asesores virtuales, tutores y estudiantes, cuyos resultados indican falencias en el proceso evaluativo con aplicación de las rúbricas genéricas (Figura 2) como se describió anteriormente.

Tabla 1. Matriz de verificación

COMPONENTES	VARIABLES A OBSERVAR EN LA RÚBRICA DE EVALUACIÓN	CRITERIOS
<b>Pedagógicos y didácticos</b>	Coherencia con la actividad de aprendizaje	La rúbrica desarrolla la descripción de la actividad
		Facilita la lectura y comprensión
		Los criterios de valoración incluidos en la rúbrica son claros
		Los criterios desarrollan los objetivos del corte académico
		La rúbrica evalúa cada aspecto de la actividad
		Evalúa los procesos cognitivos y de desarrollo del contenido
		La rúbrica evalúa la aplicación del conocimiento
	Correspondencia curricular	Evalúa el contenido del microcurrículo
		Evalúa las competencias definidas en los campos de formación de la Universidad
		Se adecua al nivel educativo.
		Destaca los contenidos esenciales
		Incluye aspectos de análisis crítico
		Hace énfasis en aprendizajes significativos
		Se adecúa al contenido del corte académico
		Propone criterios que evalúan la investigación
	Correspondencia con las competencias a desarrollar	Valora competencias socio humanísticas
		Valora el desarrollo de actividades metacognitivas.
		Valora competencias especializadas o disciplinares
		Promueve análisis interdisciplinares
		Promueve el desarrollo de competencias TICs
Valora el trabajo colaborativo del estudiante		
Valora procesos de aplicación o ejemplificación		
Coherencia de la escala	Es coherente con la escala sumativa Institucional	
	Es clara y define rangos de calificación	
	Los rangos de calificación son equitativos	
	Promueve la objetividad y fiabilidad	
Redacción	Claridad	
	Pertinencia del ítem	
	Coherencia del párrafo	
	Extensión suficiente y pertinente	
<b>Administrativo</b>	Tiempo dedicado al registro de la nota	Agiliza el trabajo del tutor
		Se da en forma automática
Los ítems se ubican con facilidad		
Tipo de interacción	Tanto estudiante como docente tienen acceso a ella	



COMPONENTES	VARIABLES A OBSERVAR EN UNA RÚBRICA DE EVALUACIÓN	CRITERIOS
Tecnológico	Automatización	Esta automatizada en la plataforma del curso
		Facilita el registro inmediato
		Se requieren tutoriales adicionales para su uso
	Presentación	Es motivante y llamativa
		Esquema ordenado y comprimido
	Accesibilidad	El material tiene resolución de pantalla adecuada.
El diseño gráfico esta relacionado/adecuado al contenido de la rúbrica		
Los efectos visuales no distraen del contenido del ítem		
La calidad técnica y estética es adecuada.		
Calidad de la información	Retroalimentación	Incluye apartado para retroalimentar en caso necesario
		Su registro es de fácil consulta por parte del estudiante
	Fiabilidad	Esta alineada con el modelo pedagógico en general
		Esta alineada con la actividad específica
	Objetividad	Provee una nota acorde con el desarrollo esperado para el estudiante
		Se ajusta a los objetivos de la evaluación formativa
versión 2016.1 Nancy Martínez B		

Fuente: Martínez, Nancy D. (2017). Matriz de verificación para aulas virtuales. En: Tesis doctoral Evaluación ambientes mediados por las TIC influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. Universidad Intencional de la Rioja. 2018

Figura 2. Rúbrica genérica cualitativa

<b>RÚBRICA GENÉRICA</b>					
CATEGORIAS	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	INSUFICIENTE	DEFICIENTE
<b>CONTENIDO TEMÁTICO</b>	Explica el tema incluyendo todos sus elementos en forma clara.	Explica el tema incluyendo la mayoría de sus elementos en forma clara.	Explica el tema en forma general con claridad.	La explicación del tema es apenas inicial y carece de claridad	No presenta la actividad
<b>COMPRENSIÓN Y CRITICIDAD</b>	Responde con precisión las preguntas y aporta análisis crítico aportando conclusiones razonadas.	Responde con precisión las preguntas, aporta análisis crítico.	Responde las preguntas pero no demuestra criticidad.	Responde en forma incompleta las preguntas, no demuestra criticidad..	No evidencia respuesta a las preguntas según el contenido.
<b>USO DE HERRAMIENTAS Y CREATIVIDAD</b>	Presenta el tema creativamente utilizando recursos novedosos de la web.	Presenta el Tema creativamente con recursos tradicionales de la web.	Presenta el tema en forma simple y poco llamativa	Presenta el tema en forma incompleta y poco creativa.	No realiza la presentación.

Fuente: Elaboración propia



Se procede a diseñar y automatizar un sistema inicial de rúbricas piloto para las actividades e aprendizaje virtual y se aplica a las aulas virtuales objeto de estudio, se aplican durante un semestre para las actividades foro (Tabla 2) , tarea trabajo escrito, ensayo, wiki, trabajo colaborativo y blog; propiciando la modificación de la rúbrica genérica antigua y comenzando el análisis acerca de su efectividad en la exactitud en el registro de nota y su impacto en la evaluación de los estudiantes de las aulas virtuales objeto de estudio.

Tabla 2. Ejemplo de rúbrica específica propuesta para el foro de debate sencillo

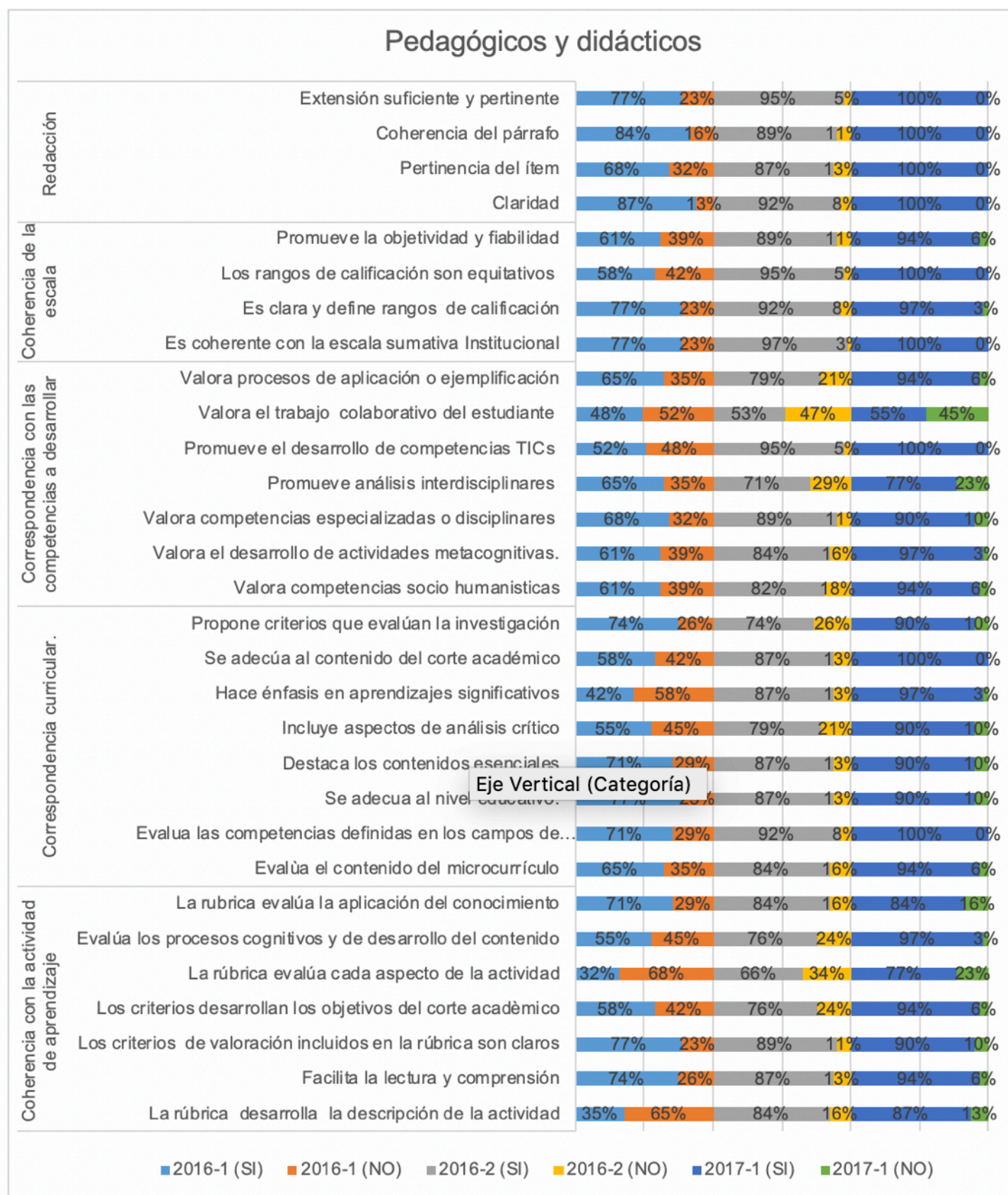
CRITERIOS / DESCRIPTORES	0	1	2	3	4
<b>Participación y trabajo individual</b> en tiempos establecidos	No presenta la actividad	Registra su aporte central en el foro fuera de las fechas establecidas y no cumple ninguna de las indicaciones para su desarrollo.	Registra el aporte central en el foro en las fechas establecidas. No cumple las indicaciones para su desarrollo.	Registra el aporte central en el foro en las fechas establecidas cumpliendo solamente algunas de las indicaciones para su desarrollo.	Registra el aporte central en el foro en las fechas establecidas cumpliendo la mayoría de las indicaciones para su desarrollo.
<b>Interacción de grupo/Trabajo colaborativo</b>	No presenta la actividad	No ingresa al foro para leer y aportar a las participaciones de sus compañeros.	Ingresa al foro una vez para leer y registra una opinión a compañeros que no aporta a la construcción y ampliación del tema.	Ingresa al foro para leer y registrar opinión a dos de sus compañeros aporta en forma mínima a la construcción y ampliación del tema.	Ingresa al foro para leer y registrar opinión a dos de sus compañeros aporta en forma mínima a la construcción y ampliación del tema.
<b>Calidad de la producción académica /Uso de TIC y herramientas Web</b>	No presenta la actividad	No ingresa correctamente al foro para responder el aporte de dos de sus compañeros. Su registro muestra opiniones descontextualizadas	No ingresa correctamente al foro, solamente responde el aporte de uno de sus compañeros. Su registro muestra opiniones descontextualizadas.	Ingresa correctamente al foro, responde con pertinencia al aporte de uno de sus compañeros.	Ingresa correctamente al foro, responde con pertinencia el aporte de dos de sus compañeros.
<b>Estudio del contenido</b> (Interpretación, análisis, aplicación, síntesis, crítica, investigación, argumentación, creación)	No presenta la actividad	Registra opiniones personales sin profundización o argumentación del tema.	Su registro en el foro no muestra ninguna argumentación, construcción o crítica constructiva al tema propuesto de acuerdo al contenido.	Su registro en el foro muestra argumentación, construcción, crítica constructiva al tema propuesto de acuerdo al contenido.	Su registro en el foro muestra análisis y síntesis, argumentación, construcción, crítica constructiva al tema propuesto de acuerdo al contenido.
<b>Presentación:</b> Norma técnica, bibliografía, referencias y citas de autor	No presenta la actividad	La participación del estudiante muestra redacción y presentación Insuficientes. No incluye referencias ni citas de autores consultados.	La participación del estudiante muestra redacción y presentación insuficientes. Incluye algunas referencias de autores consultados.	La participación del estudiante muestra redacción y presentación aceptables . Incluye referencias de autores consultados.	La participación del estudiante muestra buena redacción y presentación. Incluye referencias o relaciona autores consultados.

*Fuente: Elaboración propia*

A partir del semestre siguiente (2016.2) se procede aplicar el sistema de rúbricas

propuesto a todas las actividades de aprendizaje de los cursos virtuales, con los mismos descriptores; ajustando los criterios específicos a cada actividad. Durante la observación en los cursos objeto de estudio se muestra un aumento considerable en las fortalezas y un mínimo de debilidades, mostrando un mejor comportamiento y efectividad del proceso de evaluación del aprendizaje :

**Tabla 3. Comparativo porcentual 2016 y 2017 resultados aplicación matriz de verificación (Aplicación de rúbricas específicas)**



Fuente: Martínez, Nancy D. (2018). Tesis doctoral. Evaluación ambientes mediados por las TIC influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. Universidad Intencional de la Rioja. 2018

La aplicación de la matriz de verificación para el análisis del estado del arte de la evaluación de estudiantes de educación superior y la percepción de criterios de rúbricas específicas 2016.2 en comparación con la rúbrica genérica (antigua) del 2016.1 muestran aumento de fortalezas; para ello adicionalmente se produjo y se aplicó un diseño instruccional unificado para que los tutores virtuales identificaran:

- Aspectos y componentes esenciales del modelo pedagógico Institucional
- Procedimiento de alineación de las actividades virtuales desde el microcurrículo
- Alineación de objetivos, competencias a desarrollar y descripción de la actividad
- Planeación de la actividad de aprendizaje en coherencia con el sistema de evaluación para aulas virtuales con rúbricas específicas

### 3 Metodología de la investigación

La metodología aplicada fue descriptiva-cualitativa sin embargo para el análisis se basó en estudios y datos cuantitativos recogidos durante la observación, la aplicación del modelo y posteriormente con las mediciones en el estudio comparativo de variables; dando así cumplimiento a las normas para determinar y garantizar su validez.

El estudio entonces se inicia a partir de la matriz FODA o DAFO (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) la cual permitió consolidar la información resultante de la encuesta a docentes y la entrevista a los asesores virtuales y se complementa con la aplicación de la matriz de verificación de aulas referida a:

- ♣ Planeación de la evaluación en consonancia con la actividad evaluativa de la asignatura en cada uno de los cortes académicos.
- ♣ Correspondencia de la rúbrica con las competencias a desarrollar desde el currículo.
- ♣ Correspondencia con el estudio del contenido.
- ♣ Coherencia, redacción, extensión de los criterios de evaluación.
- ♣ Correspondencia y coherencia de la escala utilizada con los criterios Institucionales de evaluación numérica.
- ♣ Tiempo dedicado al registro de nota de una actividad.

♣ Coherencia de la rúbrica con el resultado esperado de aprendizaje de contenido, investigación y forma de presentación o criterios de calidad de la tarea, foro o actividad colaborativa presentada.

La matriz de verificación permitió cuantificar los aspectos que inciden en mayor porcentaje en la aplicación del modelo de evaluación existente, fundamentado en mediciones en los siguientes aspectos:

1. Calidad en diseño actual de las rúbricas (redacción, criterios, escala de puntuación).
2. Coherencia de la rúbrica con las actividades de aprendizaje.
3. Niveles de dedicación en la tutoría virtual didácticas, para calificar y retroalimentar.
4. Relación de la rúbrica con el proceso de aprendizaje y registro de rendimiento académico

Para el desarrollo e implementación del modelo evaluativo propuesto para aulas virtuales de pre-grado a la Universidad, en la segunda fase de la investigación se aplicó el método analítico sintético, en la medida en que al estudiar los hechos de la práctica del modelo evaluativo propuesto en las asignaturas seleccionadas (población muestreada). Se descompone el objeto de estudio en cada una de sus partes (actividades de evaluación, calidad de la rúbrica, diseño instruccional de la evaluación y rúbricas) para estudiarlas de manera individual (análisis) y luego se integraron dichas partes para estudiarlas de manera holística, produciendo de esta manera posteriormente, unas recomendaciones de ajuste y modificación de la rubricas existentes (genéricas). Se valida el nuevo sistema de rúbricas.

En esta fase se modificaron las rúbricas de evaluación genéricas que se utilizaban por rúbricas específicas por actividad evaluativa, de esta forma se establece una rúbrica para la evaluación del foro de debate sencillo y del foro de uso general, para las tareas y por último, para la actividad colaborativa (grupos).

De esta forma se propusieron criterios ajustados a la actividad que diseñan los tutores virtuales en cada corte académico y se modifica la escala de puntos utilizada anteriormente que aparece en rangos no unificados, por una escala numérica con rangos de 1 a 5.

En la tercera fase, se llevó a cabo el análisis de impacto en la cualificación del proceso evaluativo para estudiantes mediante un estudio comparativo por método correlacional en el 2016.2 y el 2017, para mostrar la relación entre variables en los cursos con sistema de rúbricas genéricas y los cursos (objeto de estudio) con aplicación de nuevas rúbricas:

\* Modelo de evaluación (diseño instruccional) con rúbricas específicas por actividad en los cursos virtuales muestreados.

\* Coherencia con la exactitud en el registro de nota del estudiante.

### 3.1 Diseño

#### 3.1.1 Definición de los grupos

Muestreo aleatorio simple: se seleccionó una muestra específica de 18 aulas (una por asignatura) de un total de 365 cursos, que componen el Campo Transversal Socio-Humanístico, (por tanto, 18 tutores virtuales en la fase diagnóstica).

Se implementa el sistema de rúbricas propuesto en una de las actividades del semestre en 9 cursos, en los 9 restantes se utiliza la rúbrica actual.

Se realizó en primera fase la observación por actividad y semestre para comparar el resultado académico de los estudiantes, según los instrumentos enunciados.

Para las fases 2 y 3 de la investigación se procedió a ampliar la muestra de tutores a 36 semestralmente y se aplicó el sistema completo de rúbricas específicas a 365 cursos.

#### 3.1.2 Definición de las variables

Variable independiente: aplicación o no de rúbricas específicas para actividades.

Variables dependientes: tiempo de registro de nota, cualificación del proceso evaluativo y exactitud de la calificación

Variable interviniente: Acción del tutor docente en el proceso de registro de la evaluación.



### 3.1.3 Instrumentos

- Encuesta (online) a docentes.

Se diseñó una encuesta en modalidad online con preguntas para recopilar información sobre los aspectos mencionados para la elaboración de la matriz FODA. Esta encuesta tendrá un diseño de escala Likert con una única opción de respuesta entre 5: Siempre, Casi siempre, Algunas veces, Casi nunca, Nunca.

- Encuesta a estudiantes

Se diseñó en la plataforma virtual Moodle una encuesta con preguntas para recoger información sobre: 1) calidad de las rúbricas (redacción, criterios y escala de puntuación), 2) coherencia con la actividad diseñada como evaluación en cada corte académico. Al igual que en el caso anterior, la encuesta tendrá un diseño de escala Likert.

- Entrevista estructurada a asesores educativos virtuales.

Se diseñaron preguntas sobre la coherencia y pertinencia de la evaluación actual en los cursos virtuales, diseño instruccional de las actividades actuales y coherencia con las competencias y el currículo de las asignaturas muestreadas.

- Lista de verificación para diseño instruccional actual en la evaluación en aulas virtuales

- Estadísticas de rendimiento académico por semestre, las cuales se tomaron directamente de la plataforma virtual Moodle en la fase final de cada curso y durante cada corte académico.

### 3.1.4 Procedimiento

- Recogida de información por observación directa participante del funcionamiento del aula virtual con las rúbricas actuales y nuevas rúbricas propuestas (comparativos por semestre).

- Aplicación de las encuestas a docentes, estudiantes, asesores virtuales y el seguimiento al registro de nota en las aulas virtuales semestralmente.

- Aplicación de las listas de chequeo por aula en observación (por semestre).

- Procesamiento de los datos obtenidos en cada instrumento aplicado.

- Tratamiento estadístico de la información. Análisis e interpretación de resultados de aplicación del nuevo sistema de rúbricas del aprendizaje.

### 3.1.5 Recursos

Plataforma virtual Moodle 2.9 actualizada semestre a semestre hasta versión 3.6 los cursos están organizados en sesiones por pestañas (4) para unidades introductoria y una unidad por corte académico. Para el estudio se adiciona en calificaciones la opción de rúbrica automática y el correspondiente espacio de retroalimentación.

## 4 Resultados

La aplicación del sistema de rúbricas específicas: Blog, Documento entregable, ensayo, foro de debate y foro de uso general, mapa conceptual, estudio de caso, guion de grabación, proyecto, taller y wiki en un lapso de dos años y medio ( Figura 4), por actividad de aprendizaje virtual para los cursos objeto de estudio en la plataforma Moodle, se consolida como sistema de instrumentos para calificación automatizada y elemento de ayuda a la tutoría virtual, muestran un nivel de aceptación y efectividad en el proceso evaluativo, minimizando al 0.01 % el nivel de quejas y reclamos de estudiantes, optimizando al 100% el tiempo dedicado por el tutor al proceso de registro de nota, permiten un registro exacto de la nota en un 100% y niveles de cualificación general del proceso evaluativo por encima del 92% en los criterios observados. De allí se aplica de manera Institucionalizada a las aulas virtuales de pre-grado a partir del semestre 2017.2.

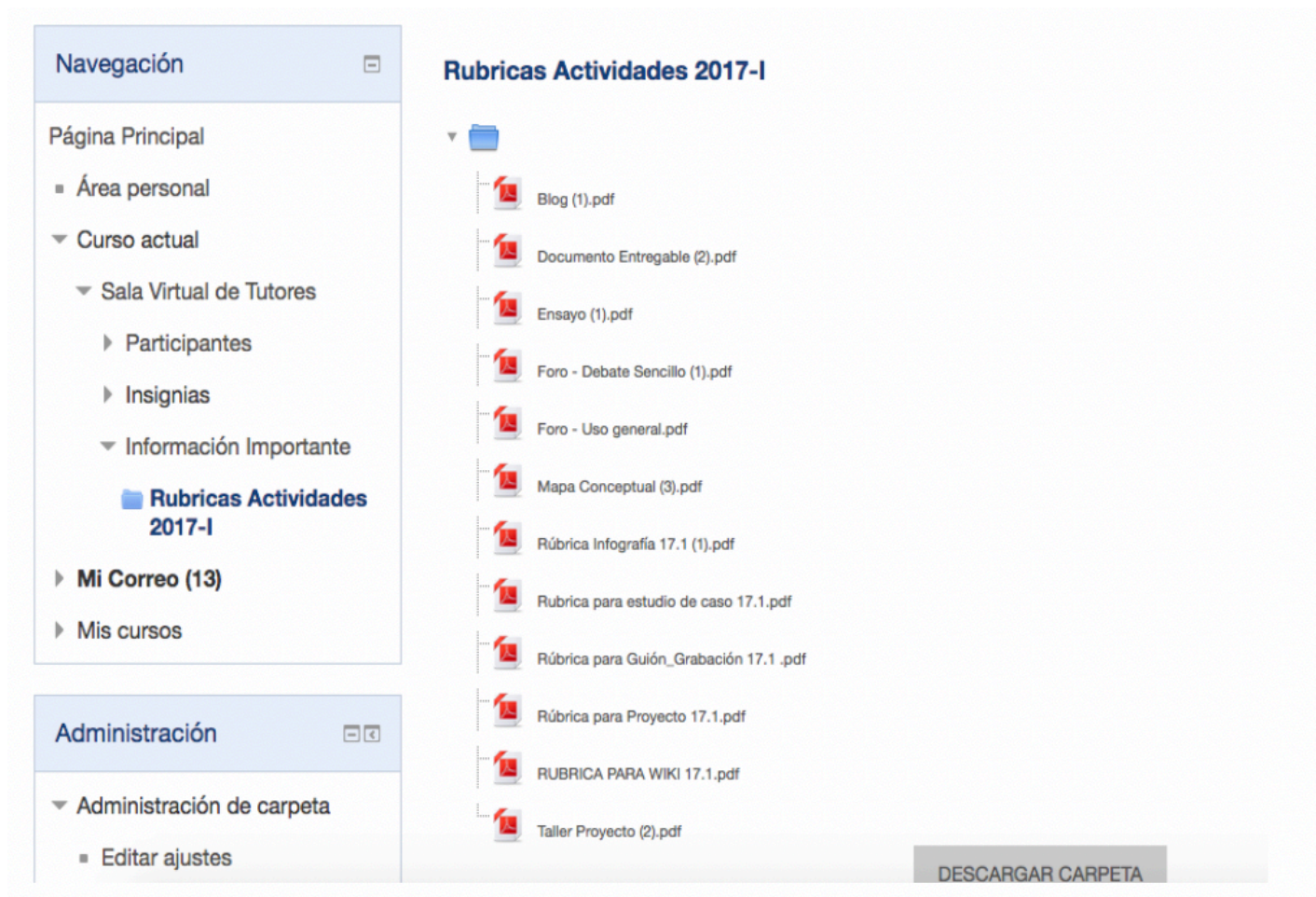


Figura 4 . Aplicación de rúbricas específicas para actividades de aprendizaje virtual en aulas del campos socio humanístico

Fuente: Universidad ECCI aulas virtuales

El estudio desarrollado permitió además cualificar el proceso de alineación de la evaluación con el modelo pedagógico de la Institución para los estudiantes de las aulas virtuales; aumentaron paulatinamente las fortalezas, cuyos datos fueron tomados de la observación ( con instrumento matriz de verificación) de tutores y asesores educativos virtuales que participaron en la observación directa durante el estudio:

#### 4.1 Fortalezas

La evaluación con rúbricas es mas objetiva en el proceso de evaluación completa

Las rúbricas agilizan el proceso de evaluación

Han disminuido ostensiblemente los reclamos de estudiantes

El sistema de rúbricas Influye positivamente en el rendimiento académico en las aulas virtuales

El manejo de rúbricas es un avance ,el estudiante conoce claramente los criterios de evaluación desde el principio de la actividad



Es pertinente la estandarización de criterios, el modelo se hace mas estable y comprensible para estudiantes y tutores

El sistema de rúbricas instalada en Moodle es importante para el desarrollo de competencias y capacidades del estudiante.

Los estudiantes al realizar la actividad reflexionan sobre el cumplimiento de los criterios, el desarrollo de la actividad y sus aprendizajes.

Con la aplicación de los criterios de rúbrica se ha logrado mayor esfuerzo, dedicación, autonomía, investigación del estudiante .

El tutor identifica los logros y falencias del estudiante y busca estrategias pedagógicas para lograr las competencias y los objetivos.

\*La principal debilidad es que existen aún actividades que no pueden ser evaluadas con rúbricas

La retroalimentación que se da al estudiante permite que reconozca sus dificultades

La evaluación en las aulas con este sistema es completa incluye autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación, el estudiante conoce el valor de cada categoría.

En las aulas virtuales con el sistema de evaluación esta clara la información sobre qué se evalúa y cómo se evalúa.

El sistema de evaluación permite valorar en forma ágil las competencias que alcanza cada estudiante , haciendo el proceso mas coherente y eficiente .

El sistema de evaluación ha generado mas liderazgo de docente y mayor aceptación del estudiante

Se objetiviza la evaluación y la calificación a partir de los parámetros y criterios claros los cuáles pueden ser verificados previamente con el estudiante , ello garantiza además, el debido proceso para el estudiante

Las rúbricas aplicadas evalúan los contenidos que se deben desarrollar en este tipo de cursos, tiempo límite de entrega, manejo de referencias y otros criterios de las de asignaturas con productos específicos; de gran importancia para la entrega de las actividades propuestas .

Con la rúbrica genérica se simplifica la cuantificación de la nota.

El proceso de evaluación del aprendizaje garantiza transparencia y objetividad al estudiante

Las rúbricas son explícitas, contienen la información necesaria en los ítems a evaluar

El proceso de evaluación se desarrolla de manera consciente en concordancia con cada actividad

Minimiza el tiempo de registro

Cualificación de la estrategia evaluativa al 100%

Facilita el proceso de retroalimentación

Propicia la autoevaluación del estudiante

El proceso evaluativo tiene coherencia con las actividades y el currículo

El sistema propuesto ha sido un aporte a la labor de tutoría

Evaluación multidimensional de la actividad

Sistematización del sistema de rúbricas para el proceso evaluativo

Posibilita una retroalimentación mas completa

Las rúbricas muestran claridad en contenidos

Evidencian el proceso desarrollado

#### 4.2 Debilidades que persistieron

Las actividades para el curso en algunos casos no se hacen de forma estudiada y objetiva

En cada criterio de la rúbrica se incluye más de una variable

#### 4.3 Oportunidades

Podrían incluirse más niveles de desempeño estándar o niveles de alcance (Se requiere confirmar si el diseño técnico de plataforma lo permite)

#### 4.4 Amenazas

Al ampliar la rúbrica separando cada variable se extendería demasiado, ello implicaría mayor dedicación de tiempo ( Martínez, 2017)

La implementación de rúbricas específicas, automatizadas con criterios establecidos para cada una de las actividades de aprendizaje en los cursos virtuales objeto de estudio al cualificar el proceso de evaluación y la acción del tutor sobre el mismo, impactaron también el rendimiento académico de los estudiantes de manera positiva.

En las aulas donde se aplicaba la rúbrica genérica el porcentaje de pérdida académica era del 31.2 %, entendiéndose que una de las múltiples causas del mismo eran las falencias en el proceso evaluativo.

Una vez se comienzan a aplicar las rúbricas específicas va disminuyendo la pérdida académica, mostrando una disminución semestral del 4.1%; de manera tal que en los 4 semestres en los cuáles se desarrolla el estudio, la disminución de pérdida académica alcanza disminución del 16%. Impactando ello el rendimiento académico en los cursos virtuales de manera visible.

## 5. Discusión

La investigación propuso a los tutores virtuales un espacio para analizar la complejidad del hecho educativo, realizando cada semestre reflexión, acción y nuevamente reflexión (Martínez, 2014) de manera que la aplicación de las rúbricas se convirtió en un sistema de apoyo al proceso evaluativo, un medio para promover mejoras, una herramienta de retroalimentación y valoración del avance del estudiante, cumpliendo así el objeto de brindar información más objetiva, real, concreta sobre los avances del estudiante, determinando su función orientadora para permitir al estudiante analizar y mejorar su propio aprendizaje (Ibarra y Rodríguez, 2010); sin embargo cabe mencionar que los fuertes paradigmas de la docencia tradicional hacen compleja la aplicación de estrategias complejas como las rúbricas ya que en muchos casos los docentes no las comprenden o no dedican tiempo para su creación y análisis, siendo ésta como se explicó en la metodología, una variable incidente en la investigación desarrollada. (Martínez, 2018)

## 6. Conclusiones

Con la investigación se evidenció cómo las funciones reflexiva y metacognitiva de la evaluación se pueden cumplir; dado que el estudiante a través de las rúbricas reflexiona sobre su propio avance y propicia su autocrítica (Perrenoud, 2007) y es objeto de estímulos que le proponen cogniciones complejas (Alonso, 1989) en un ambiente auto observado (Barrero, 2000).

La aplicación de las rúbricas de evaluación para actividades específicas en las

aulas virtuales en la educación superior, permitieron las funciones de la evaluación: sumativa; como forma de determinar el grado de aprendizaje del estudiante y decidir su resultado positivo o negativo aplicándola en el momento concreto (De la orden,2009), para luego registrar una calificación numérica y formativa en relación con la valoración de la construcción de conocimiento (Quesada, 2013) y el alcance de competencias por parte del estudiante, siendo esto una secuencia lógica entre lo diagnóstico, lo formativo y lo sumativo; con lo cual se aumenta la calidad en el proceso de evaluación del aprendizaje ( Martínez, 2018).

El impacto alcanzado en la calidad en el diseño instruccional y los recursos evaluativos en las aulas virtuales a partir de la aplicación de rúbricas específicas fue por encima del 95% en todas las variables observadas: pedagógica, didáctica, tecnológica y administrativa, ello demuestra cómo un proceso de evaluación del aprendizaje, completo, planeado, direccionado hacia objetivos de conjunto se constituye en un aliado de la práctica docente, fundamentando el proceso enseñanza –aprendizaje para el dominio del conocimientos y el desarrollo de competencias. Aumentando a la vez los niveles de mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.

Se minimizaron y optimizaron los tiempos del tutor para el registro de nota (evaluación sumativa) quedando un espacio más amplio para la retroalimentación y el proceso de mejora permanente del estudiante (evaluación formativa), permitiendo abordar la propuesta UNESCO de aplicar enfoques educativos a través de la formación profesional del docente para cualificar el proceso educativo; coincidiendo con Steffens (2015) en que las didácticas y formas evaluativas pueden modificar los niveles de dominio (Vera, Torres y Martínez, 2014) propiciando nuevos planteamientos en la acción del docente.

## **Referencias**

Alonso, J.(1989). Viabilidad del entrenamiento meta cognitivo para facilitar la comprensión lectora y los procesos de razonamiento en sujetos de 11 años a 15 años. Boletín de investigaciones, 88-89. Madrid.

Álvarez, J.(2001). Evaluar para conocer. Examinar para excluir. Editorial Morata Madrid. Recuperado de <https://bit.ly/1vfZBLj>

Álvarez, M. (2013). La evaluación a examen. Madrid España. Miño y Dávila.

Alonso, J. (1989). Viabilidad del entrenamiento meta cognitivo para facilitar la comprensión lectora y los procesos de razonamiento en sujetos de 11 años a 15 años. Boletín de investigaciones, 88-89. Madrid.

Andrade, H. (2005). Teaching with Rubrics: The Good, the Bad, and the Ugly. College Teaching, 53(1), 27-30. Recuperado de <http://xurl.es/42jvw> -

Area, M. (2010). Competencias informacionales y digitales en la Educación Superior. RUSC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 7 (2), 40-62. Recuperado de <https://bit.ly/2BbnPyi>

Area, M y Adell, J. (2009). E learning: Enseñar y aprender en entornos virtuales.

De Pablos, J. (coord), Tecnología educativa: Formación del profesorado en el área de internet. Málaga: Aljibe, p. 391-424. Recuperado de <https://bit.ly/2S2BUc1>

Barberá, E., Badia, A. y Mominó, J. (2003). La incógnita de la educación a distancia Barcelona. Horsoi. Recuperado de <https://bit.ly/2UvXQZQ>

Bartolomé, A., Martínez, E y Tellado, F. (2014). La evaluación del aprendizaje en red mediante blogs y rúbricas :Complementos o suplementos? REDU. Revista de docencia universitaria. Vol 12 (1),159-176. Universidad de Barcelona. España Recuperado de: <https://bit.ly/2FZAwQY>

Barrero, N.(2000). Aproximación metacognitiva a la evaluación en la enseñanza.

Universidad de Sevilla. Revista electrónica de Investigación y evaluación educativa. Vol 7 (3). Recuperado de <https://bit.ly/2RuJEhP>

Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and Beyond. A brief overview.

In Wilkerson, L., Gijsselaers, W (eds.) Bringing Problem-based Learning to Higher Education: Theory and Practice, San Francisco: Josey - Bass Publishers, p. 3-12.

Birnbau, N. (2001). Foundations and practices in the use of distance education.

Lewinston, N.Y: Mellen Press.

Blanguez, F., Alonso, L., Yuste, R. y Badajoz. (2012). Synchronous Virtual environments

for e-Assessment in Higher Education. Comunicar. Scientific Journal of media education, 39 (v.XX), 159-167 Recuperado de <https://bit.ly/2Ga2Vms>

Boud, D. (2006). Foreword. En Cordelia Bryan y Karen Clegg (Eds.), Innovative Assessment in Higher Education. New York: Routledge.

Buitrago, D.(2012). Ha cambiado el sentido de la evaluación en el aula? Un panorama actual entre el decreto 230 y el decreto 1290.(Universidad pedagógica Nacional de Colombia). (Tesis, documento no publicado) . Bogotá.

Bujan, K., Rekalde., I. y Aramendi, P. (2011). Evaluación de competencias en la educación superior: Las rúbricas como instrumento de evaluación. Bogotá, Colombia. Ediciones de la U.

Casanova, A. (1998). Evaluación, concepto, tipología y objetos. Recuperado de:

<https://bit.ly/2SeoCFs>

Casanova, M. (2011). Evaluación: Concepto, tipología y objetivos. Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006. Capítulo 3, 61-82. Recuperado de <https://bit.ly/2S1wIFd>

Castillo, S. (2002). Compromisos de la Evaluación educativa. Prentice Hall. Madrid Catalayud,2007;

Castillo, S y Cabredizo, J. (2010). Evaluación educativa y aprendizaje de competencias.

Universidad nacional de educación a distancia. UNED: Prentice hall. Madrid. Recuperado de <https://bit.ly/2ShPYxk>

Calatayud, A. (2007). La evaluación como instrumento de aprendizaje y mejora , una luz de fondo. En: Instituto superior del profesorado. La evaluación como instrumento de aprendizaje. 9-54. Recuperado de: <http://bit.ly/2V8QYlq>

Carles, D. (2003). Learning-oriented Assessment. Paper presented at the Evaluation and Assessment Conference, Australia: University of South Australia. Adelaide.

Coll, C.(1998). Significado y sentido del aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al aprendizaje significativo. Infancia y aprendizaje, N° 41, p.131-142.

Colle, R.(2004).Infografía: Tipologías. Revista Latina de comunicación social, 58. Recuperado de <https://bit.ly/2SouoOs>

Correa, L.(2003). Aprendizaje colaborativo una nueva forma de diálogo interpersonal en red. Revista digital de educación y nuevas tecnologías. N°28. Recuperado de <https://bit.ly/2TkGcI4>

Doyle, W.(1990). Case methods in the education of teachers. Teachers education Quaterly, 17, p.7-15. De la Orden, A. (2009). Evaluación y calidad: análisis de un modelo. Estudios sobre educación. N° 17 . Recuperado de <http://bit.ly/2U13brY>

De Miguel, M.(2006). Metodologías para optimizar el aprendizaje. Segundo objetivo del espacio Europeo de educación superior. Revista Universitaria de



formación del profesorado. 20 (3), 71-79 Recuperado de Dialnet-MetodologiasParaOptimizarElAprendizaje-2484250.pdf

Díaz, J. (2010). Construyendo nuevos sentidos de la evaluación educativa: La estandarización del conocimiento o hacia la formación de sujetos autónomos y críticos? Ponencia. Universidad pedagógica Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Escudero, J. (1998). Evaluación educativa: Aproximación general, orientaciones y ámbitos, en: Escudero, J; González, M y del Cerro, J. Evaluación de programas, centros y profesores. Murcia: Diego Marín.

EUCEN (2005). Steering Committee. University lifelong learning in the Bologna process:

from Bergen to London and beyond. 2(1), 45-54. Recuperado de

<https://bit.ly/2GooAhw>

Fernández, A. (2010). La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria. RED- U. Revista de Docencia Universitaria , 8 (1), 11-30. Recuperado de: <https://bit.ly/2RsqJDY>

García, M. (2014). La evaluación de competencias en Educación Superior Mediante

rúbricas: Un caso Práctico. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado , 17 (1), 87-106. Recuperado de <https://bit.ly/2RZKTKH>

García, E. (2015). La evaluación del Aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El Papel de las Tecnologías. ALIVIAR - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa , 21 (2), 1-25. Recuperado de

<https://bit.ly/2DK5iuB>

Gicardi, J., Morrow, D. y Davis, N. (2011). Online formative Assessment in Higher education: A Review of the literatura. Computers & Education. 57, Recuperado de <https://bit.ly/2WydOUP>

Giné, F; Parcerisa, A y Piqué, S. (2011). Aprender mediante el estudio de casos.

Eufonía; Didáctica de la Música. 51, 45-51. Graó. Recuperado de <https://bit.ly/2RuTvUG>

Gipps, C. (1994). Beyond testing: towards a theory of educational assessment. Lon Falmer Pres.

Goodrich, H. (2000 ). The use of rubrics to promote thinking and learning.

Educational Leadership ( What do we mean by results? ), 57 (5) 13-18. Recuperado de <https://bit.ly/2DK6ONj>

Goicoetxea, J., Aramendi, P., Bujan, K., Rekalde, I. y Ros, I. (2010) En: J, J.

Goikoetxea Piérola, I.R. Martínez de Lahidalga, y K. Bujan Vidales. (2014), Enfoques de Aprendizaje del alumnado universitario en Función de los Contextos de aula y curso m. Contextos Educativos: Revista de Educación , 17, 9-21. Recuperado de <https://bit.ly/2FWiZcp>

Hamodi, C., López, A. y López, V. (2014). Red de evaluación formativa y compartida en docencia universitaria: creación, consolidación y líneas de trabajo. Revista de evaluación educativa, 3(1), 1-33. Recuperado de <https://bit.ly/2TjP4gZ>

Ibarra, M y Rodríguez, G.(2010). Assessment procedures as part of the counselling process at the university. REOP. Vol 21, N°2 (2), 443-461. Recuperado de <http://bit.ly/2Ngy9tG>

Leal, D. (2013). Evaluación del aprendizaje en entornos en línea, abiertos y distribuidos. En: Educación superior abierta y a distancia y virtual en Colombia. Nuevas realidades. ACESAD/VIRTUALEDUCA. 155-175 Bogotá ,Colombia. Universidad EAFIT.

Levis, D. (2011). Redes educativas 2.1. Medios sociales, entornos colaborativos y proceso enseñanza aprendizaje. Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento. 8 (1),7-42. Recuperado de: <https://bit.ly/2CXoiUP>

López, V. (2011). El papel de la s evaluación formativa en la evaluation por Competencias: aportaciones de la roja de Evaluación formativa y Compartida en docencia universitaria. {Redu.} Revista de Docencia Universitaria . 9 (1),1-17. Recuperado de <https://bit.ly/2RnxWp3>

López, M. (2013). Aprendizaje, competencias y TICs. Aprendizaje basado en competencias. Universidad Iberoamericana de Puebla. México. Pearson Prentice Hall. Llanes, J y Massot, I. (2013). Evaluar a través de los estudios de casos. Recuperado de <https://bit.ly/2CVPoMd>

Maldonado, M.(2008). Aprendizaje basado en entornos colaborativos. Una experiencia en educación superior. Laurus, Vol 14, N° 2. Recuperado de <https://bit.ly/2TpHyRW>

Martínez, N. (2016-2017). Evaluación en ambientes mediados por las Tic :Influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. Documento Tesis Doctoral. Universidad Internacional de la Rioja UNIR.

Martínez, N. (2018). Evaluación en ambientes mediados por las TIC influencia de las rúbricas en el rendimiento académico en educación superior. Tesis Doctoral . Universidad Internacional de la Rioja. UNIR. Madrid España.



Mauri, T., Onrubia, J., Coll, C y Colomina M. (2005). La calidad de los contenidos educativos reutilizables: diseño, usabilidad y prácticas de uso. RED-Revista de educación a distancia.

Minnaard, C. y Minnaard, V. (2014). Evaluación por Competencias en Entornos Virtuales de Aprendizaje. WICC 2014 XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación , 903-906. Recuperado de <https://bit.ly/2RXAz5T>

Montenegro, M y Pujol, J. ( s.f ). Evaluación de la wiki como herramienta de trabajo colaborativo en la docencia universitaria. Recuperado de <https://bit.ly/2MFhnUE>

Morales, P y Landa, V.(2004). Aprendizaje basado en problemas. Redalyc. Theoria: Ciencia arte y Humanidades . Vol 13. N° 1, p. 145-157 Recuperado de <https://bit.ly/2UqMXso>

Olea, J y Ponsoda, V.(1.998). Evaluación informatizada en contextos de aprendizaje. En: Vizcarro, C y León , J. Nuevas Tecnologías para el aprendizaje, p. 161-175.

Osterhoff, C. y Ely, D. (2008). Assesing learners Online. Upper saddle River, N, Y: Pearson Prentice Hall.

Perrenoud, P.(2007). Desarrollo de la práctica reflexiva en el oficio de enseñar. Profesionalización y razón pedagógica. Crítica y fundamentos. Barcelona.: Editorial GRAÓ. Recuperado de <http://xurl.es/qwc44>

Pérez, R., López, F., Peralta, M y Municio, P.(2004). Hacia una educación de calidad. Gestión, instrumentos y evaluación. Madrid: Narcea.

Quesada, E. J. de P. (2013). La intervención pedagógica como un reto de la formación universitaria : Hacia una práctica profesional articulada. Revista Electrónica Educare, 17, 167-182. Recuperado de <http://xurl.es/d9w8q>

Ramos, A., Herrera, J y Ramírez ,M. (2010). Developing Cognitive Skills With mobile learning : a case study. Monterrey. México. Comunicar N° 34 V. XII. Revista científica de educomunicación, 201-209. Recuperado de: <https://doi.org/10.3916/C34-2010-03-20>

Rodríguez, K., Maya, M y Jaén, J. (2012). Engineering Education: From traditional Teaching to the active learning pedagogy. Ingeniería y desarrollo. Vol 30, N°1. Recuperado de <https://bit.ly/2FZJwVV>

Rosales, M. (2014). Proceso evalautivo: evaluación sumativa, evaluación formativa y

Assessment su impacto en la educación actual. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología e innovación y educación. Buenos Aires Argentina. Recuperado de: <https://bit.ly/2BaNHdQ>

Salinas, J.(2003). Comunidades de aprendizaje virtual. EDUTEC'03, artículo presentado en VI Congreso Internacional de tecnología educativa aplicadas a la educación: gestión de las TIC en los diferentes ámbitos educativos .Universidad Central de Venezuela. Recuperado de <https://bit.ly/2GafnCN>

Salinas, I. (2011). Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. Pontificia Universidad Católica Argentina, 1-12. Recuperado de <https://bit.ly/2HIrGbP>

Sánchez, I. (2015). Estado del arte de las Metodologías y modelos de los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAS) en Colombia. Revista Entornos, 2(28), 93-107. Recuperado de <http://bit.ly/2ItAeUj>

Sancho, J. (2011). Educación en tecnologías . Entrevista Juan María Sancho Gil. Las voces de los expertos . Buenos Aires.

Serrano, S .(2002). Nuevas posibilidades de evaluación usando las Tics. Universitat de València. Facultad de Química. Apuntes de buenas prácticas. Universidad de Valencia. 54-73. Recuperado de: <http://bit.ly/2TYTCKj>

Siemens, G.(2005). Connectivism: A Learning Theory for a digital age. International Journal of Instructional Technology and distance Learning, 2(1). Recuperado de <https://bit.ly/2TIWOzh>

Silva, A.(2008). Di evaluación del aprendizaje con estudio de casos. Recuperado de <https://bit.ly/2RsJWW7>

Stake, R.(2007).The art of case study research. 4 Edición. Madrid. Morata editores. Recuperado de <http://xurl.es/aaxen>

Steffens , K. ( 2015). Skills, Learning Theories and MOOCs : Recent developments in lifelong learning European Journal of Education , 50 ( 1), 41-59. Recuperado de

<http://doi.wiley.com/10.1111/ejed.12102>

Tobón, (2008) En: Lladó, L, Sánchez, L, Navarro, M .(2013).Competencias profesionales y empleabilidad en el context de la flexibilidad laboral. Biblioteca del congreso EEUU. Recuperado de <https://bit.ly/2FZF89B>

Torrance, H y Prior, J.(1998).Investigating formative Assessment: Teaching, learning and Assessment in the classroom . Buckingham: Open University Press.

UNESCO. (2008). En: Un mundo de competencias Qué son? de: <https://bit.ly/2TmXTHb>

Valverde, J. y Adelaida, C. (2014). El uso de e-rúbricas para la evaluación de competencias en estudiantes universitarios . Estudio sobre fiabilidad del instrumento. Revista de Docencia Universitaria, 12(1), 49-79. Recuperado de: <https://doi.org/10.4995/redu.2014.6415>

Vera, M. y Prendes, M. (2011). Rubricas de evaluación en al enseñanza Universitaria. Congreso Internacional de Innovación docente. Universidad Politécnica de Cartagena. CMN 37/38 Recuperado de <https://bit.ly/2SlbEZO>

Vera, J., Torres, L, y Martínez, E. (2014). Evaluación de competencias en TIC Básicas en docentes de Educación Superior en México. Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación, 44, 143-155. Recuperado de <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2014.i44.10>

Villardón, L.(2006). La evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de Competencias. Educación Siglo XXI. 24, 60 Recuperado de <http://bit.ly/2HoB7Sb>

Wasserman, S. (1994). El estudio de caso como método de enseñanza. Buenos Aires. Agenda educativa. Amorrortu Editores.p.313

Weschke, B. y Canipe, S. (2010). The faculty evaluation process: the first Step in Fostering Professional. Development in on line University. Journal of College Teaching & E-learning. 7(1),45 Recuperado de <https://bit.ly/2toyqaF>

Yuste, R., Alonso, L., y Blázquez, F. (2012). La e-evaluación de aprendizajes en educación superior a través de aulas virtuales síncronas. Revista científica iberoamericana de comunicación y educación. Comunicar, (39), 159-167. Recuperado de <https://doi.org/10.3916/c39-2012-03-06>

## CAPÍTULO 5

---

# COMUNICACIÓN INTERNA Y CLIMA LABORAL EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR UNIVERSITARIA DE APURÍMAC, CASO: UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS

*Wilber Jiménez Mendoza, Carolina Soto Carrión, Oscar  
Arbieto Mamani, Willie Álvarez Chávez, Rosmery  
Sabina Pozo Enciso*

Universidad Nacional Micaela Bastidas. Universidad  
Tecnológica de los Andes. Universidad Alas Peruanas  
Perú

### **Sobre los autores**

#### **Wilber Jiménez Mendoza:**

Es Doctor en Administración (Universidad Inca Garcilaso de la Vega Lima). Magister en Investigación y Docencia Universitaria. Candidato a Magister en Gestión Pública (Universidad San Martín de Porres Lima). Master en Gerencia Pública (Universidad San Martín de Porres – Instituto de Gobierno y Gestión Pública. Lima. Business School. Madrid España). Licenciado en Administración y Negocios Internacionales. Licenciado en Ciencias de la Comunicación. Bachiller en Administración y Negocios Internacionales Universidad Alas Peruanas. Bachiller en Ciencias de la Comunicación (UNSAAC). Fue Decano de la Facultad de Educación y Ciencias Sociales UNAMBA en dos periodos (2008) y luego electo para el periodo 2013-2015. Fue Jefe de Departamento Académico de la Facultad de Ciencias Sociales. Fue Vicerrector Administrativo (e) de la UNAMBA marzo 2014. Fue Secretario

General de la UNAMBA. Fue Coordinador Académico del Programa de Maestría en Administración Educativa. Actualmente, es Profesor Ordinario Principal de la UNAMBA, profesor contratado a Tiempo Parcial en la Universidad Tecnológica de los Andes y Universidad Alas Peruanas, en todas regenta los cursos de investigación.

**Correspondencia:** [wjimenezmendoza@yahoo.es](mailto:wjimenezmendoza@yahoo.es)

**Carolina Soto Carrión:**

Es Doctora en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Universidad Alas Peruanas Lima. Candidata a doctora en Turismo Universidad San Martín de Porres Lima. Magister en Investigación y Docencia Universitaria por la Universidad Inca Garcilaso de la Vega Lima. Es Bióloga Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Bachiller en Ciencias Biológicas, Bachiller en Ciencias de la Educación Universidad Tecnológica de los Andes. Bachiller en Turismo Hotelería y Gastronomía Universidad Alas Peruanas. Especialista en Ecología Y Recursos Naturales. Actualmente, es Profesora Ordinaria Principal de la Facultad de Educación de la UTEA. Fue Decana de la Facultad de Educación y Humanidades UTEA. Directora de la E.A.P. de Turismo Hotelería y Gastronomía. Rector (e) de la UTEA, Directora de Cooperación Internacional. Presidenta del Tribunal de Honor. Sub Gerente de Desarrollo Social del Gobierno Regional de Apurímac. Actualmente es responsable de los Institutos de Investigación de la Universidad Tecnológica de los Andes.

**Correspondencia:** [caro7001@hotmail.com](mailto:caro7001@hotmail.com)

**Oscar Arbieto Mamani:**

Es Doctor en Educación, Universidad César Vallejo. Magister en Educación (UCV). Licenciado en Educación, con mención en: “Filosofía y Religión” por la Facultad de Teología Pontificia y Civil de Lima - Universidad Católica San José. Bachiller en Educación. Bachiller en Filosofía, Universidad de Navarra, Pamplona-España. Bachiller en Teología, por la Facultad de Teología de la Universidad de Navarra, Pamplona-España. Actualmente es Profesor ordinario Asociado en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Fue Director de la Escuela Académico Profesional de Ciencia Política y Gobernabilidad de la UNAMBA. Fue Capellán de la UNAMBA. Actualmente, es Capellán del Hospital ESSALUD, del Hospital RGDV de Abancay y de la cuasi Parroquia San Juan Bautista de La Salle.



Correspondencia: [oarbietom@gmail.com](mailto:oarbietom@gmail.com)

**Willie Alvarez Chávez:**

Es Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Alas Peruanas. Magister en Administración con Mención en gerencia de la Educación (UNSAAC). Licenciado y bachiller en Ciencias de la Comunicación. Bachiller en Ciencias de la Educación, Universidad Tecnológica de los Andes. Miembro de la comunidad Científica del Cusco. Actualmente es Profesor Ordinario Principal de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Fue Decano encargado de la Facultad de Educación y Ciencias Sociales. Fue Director encargado de la Escuela Académico profesional de Educación Inicial. Fue Jefe de Departamento Académico. Fue Director de Servicios Académicos. Fue Presidente de Autoevaluación de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, en cuatro periodos.

Correspondencia: [achw032013@gmail.com](mailto:achw032013@gmail.com)

**Rosmery Sabina Pozo Enciso:**

Es Magister en Gerencia Social por la Universidad Alas Peruanas - Lima. Licenciada en Educación con mención en: “Filosofía y Religión” por la Facultad de Teología Pontificia y Civil de Lima - Universidad Católica San José. Bachiller en Educación Pontificia Universidad Católica de del Perú – PUCP. Bachiller en Derecho y Ciencias Políticas Universidad Inca Garcilaso de la Vega como segunda especialidad. Docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Actualmente es Docente contratada a Tiempo Completo en la Universidad Alas Peruanas filial Abancay, Docente Contratada a tiempo parcial en la Universidad Tecnológica de los Andes. Ha ocupado el cargo de la Dirección de Investigación y Calidad de la UAP filial Abancay durante el periodo 2018.

Correspondencia: [mrpozo@gmail.com](mailto:mrpozo@gmail.com)

**Resumen**

El presente trabajo determinó con un enfoque cuantitativo la relación entre la comunicación interna y el clima laboral en la Educación Superior Universitaria de Apurímac, Caso: Universidad Micaela Bastidas. Se planteó una investigación de tipo aplicada, de nivel descriptivo-correlacional, con diseño no experimental longitudinal.

La unidad de análisis se centró en el personal administrativo con 99 colaboradores entre nombrados y contratados, ubicados en diferentes áreas administrativas. La técnica de recolección de datos fue la encuesta. La fiabilidad del instrumento se estimó con el alfa de Cronbach. En el análisis estadístico se empleó los datos numéricos que se procesaron agrupándolos en intervalos; se tabularon; y se construyeron con ellos cuadros estadísticos, calculándose las medidas de tendencia central. Se encontró durante el estudio que la comunicación interna está totalmente deteriorada, afectando todos los procesos administrativos. Los resultados indican que la comunicación interna está relacionada con el clima laboral al presentar una significancia (p) de 0.000 ( $p < 0.05$ ) y un coeficiente de correlación de 0.915. El coeficiente de determinación, que resulta de elevar el coeficiente de correlación al cuadrado, lo que significa que la comunicación interna determina el 83.7% de la variación del clima laboral.

**Palabras Claves:** Comunicación, Comunicación interna, Clima laboral, Desempeño laboral, Liderazgo.

***Internal Communication and Labor Climate in Higher Education  
University of Apurímac, Case: Micaela Bastidas University***

**Abstract**

The present work determined with a quantitative approach the relation between the internal communication and the work climate in the University Higher Education of Apurímac, Caso: Micaela Bastidas University. An investigation of applied type, of descriptive-correlational level, with non-experimental longitudinal design, was proposed. The unit of analysis focused on the administrative staff with 99 collaborators between appointed and hired, located in different administrative areas. The technique of data collection was the survey. The reliability of the instrument was estimated with Cronbach's alpha. In the statistical analysis, the numerical data that were processed were used grouping them in intervals; they tabulated; and statistical tables were constructed, calculating the measures of central tendency. It was found during the study that the internal communication is totally deteriorated, affecting all the administrative processes. The results indicate that the internal communication is related to the work climate, presenting a significance (p) of 0.000 ( $p < 0.05$ ) and a correlation coefficient of 0.915. The coefficient of determination, which results from

raising the correlation coefficient to the square, which means that internal communication determines 83.7% of the variation of the work climate.

**Keywords:** Communication, Internal communication, Labor climate, Work performance, Leadership.

## **Introducción**

Hoy por hoy, las organizaciones necesitan desarrollar estrategias de comunicación interna para todo el personal (nombrado o contratado), esto permite mejorar la confianza entre los trabajadores, la empatía y sobre todo conocer los aspectos emocionales y mentales que experimentan en las diferentes áreas de trabajo (Fernández, 1991). Dentro de las ventajas (entre otras) que conlleva crear un plan de comunicación se encuentra crear un clima laboral y por ende la satisfacción y desempeño laboral con un alto grado de liderazgo en el colaborador, puesto que al poder éste comunicarse de forma efectiva y oportuna con los demás miembros de la institución, sin mal entendidos, agresiones o conflictos, su nivel de identificación con la misma y su entusiasmo por laborar en ella aumentarán de forma significativa (Berceruelo, 2011). Hecho que en la UNAMBA no ocurre ello.

La comunicación interna constituye un tema difícil de comprender en su amplia aplicación e impacto de los resultados en la organización (Capriotti, 1998). Uno de los factores que ha contribuido es que muchos especialistas en comunicación, inclusive de recursos humanos, han abordado este tema desde una perspectiva humanista sin relacionarla adecuadamente con los objetivos de la organización. Chiavenato (2011), asegura que una organización no debe cimentarse únicamente sobre una jerarquía de autoridad, sino sobre una base sólida de comunicación e información. Desde esta perspectiva, y veinte años después de ejercicio profesional en el área de la comunicación sobra motivación para plantear el tema de investigación (Comunicación Interna y Clima Laboral en la Educación Superior Universitaria de Apurímac Caso: Universidad Micaela Bastidas) y resolver el siguiente problema: ¿Cuál es la relación que existe entre la comunicación interna y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017?, como consecuencia de ello, hasta la fecha no hay datos o investigaciones desarrolladas en la Región de Apurímac concernientes al tema.

Se justifica el estudio y al mismo tiempo el impacto que se desprenden de los resultados de investigación en la Universidad Nacional Micaela Bastidas, es realmente



preocupante. No se cuenta con un sistema de comunicación interna que permita la integración de los directivos y colaboradores, y que en los últimos 3 ó 4 años se ha agudizado notoriamente, y que viene repercutiendo negativamente en cuanto a la credibilidad de la oferta educativa, por los espacios turbulentos que se genera internamente, siendo esto un obstáculo para dinamizar el flujo de información o limitar la participación en los resultados mediante la retroalimentación; además el talento humano desconoce las decisiones e información relevante para el cumplimiento de metas, por ello la incertidumbre en la toma de decisiones de aparente improvisación al manejarse irresponsablemente sin brújula alguna, limita el desempeño laboral del personal administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas. La primera hipótesis que impulsó la conclusión de la investigación fue: Si la comunicación interna tiene relación con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017. Y el objetivo general que inspiró la conclusión de la investigación, fue: determinar la relación entre la comunicación interna y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

## **Antecedentes del Estudio**

### **Antecedente Internacional.**

(Ramos, 2015), en la tesis de pregrado denominado “La Comunicación Interna y su Incidencia en la Productividad de la Cooperativa de Ahorro, Crédito y Vivienda la Merced Ltda., en la Ciudad de Ambato.” de la Universidad Técnica de Ambato. Desarrolla una investigación con el objetivo de Investigar de qué manera influye la comunicación interna en la productividad de la Cooperativa de Ahorro, Crédito y Vivienda la Merced Ltda., en la ciudad de Ambato, llego a concluir que la ausencia de un sistema de comunicación interna genera un ambiente laboral inestable, impidiendo un desarrollo institucional. Esta situación, normalmente, inviabilizará los planes y oscurecerá los objetivos a alcanzar, sin embargo los empleados y directivos consideran que no se sienten integrados dentro de la cooperativa la Merced, lo que puede generar que se trabaje aisladamente y no se sientan comprometidos con la Institución; también recomienda que es importante mantener canales abiertos de comunicación para informar, promover, estimular y dar a conocer toda clase de contenidos, relativos a sus planes, objetivos y acciones a realizar a su personal.

### **Antecedente Nacional.**

(Bustamante, 2007), en su tesis titulada: “La comunicación interna en una organización escolar y sus implicancias en el proceso de gestión educativa”, en Lima. Fue plateada con el propósito de comprobar la hipótesis, por ello diseñó tres instrumentos: un cuestionario, una encuesta tipo entrevista y una lista de control. La conclusión más importante del trabajo se refiere a la necesidad dar más énfasis a la comunicación interna en las organizaciones educativas por la importante influencia que tiene en la cultura, el clima organizacional y en el nivel de compromiso con los objetivos de la institución.

### **Metodología:**

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, ubicada en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. La ciudad universitaria se ubica en la Av. Garcilaso S/N.

El tipo de investigación que se utilizó en el trabajo investigación fue no experimental aplicada. Lo que hicimos en la investigación fue observar fenómenos tal y como se dieron en su contexto natural, para después analizarlos. (Hernández, 2001).

El nivel fue descriptivo en un primer momento para luego pasar a correlacional. “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables y aun cuando no se formulen hipótesis, tales variables aparecen enunciadas en los objetos de investigación”. (Pino, 2014). Los estudios correlacionales miden dos variables y establecen una relación estadística entre las mismas (correlación), sin necesidad de incluir variables externas para llegar a conclusiones relevantes.

El diseño fue no experimental longitudinal descriptivo. Porque permitió describir y analizar las variables de estudio y los componentes del desarrollo del lenguaje oral, como lo señala (Mario, 1999), en su libro *Proceso de Investigación Científica*, la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos.

El método utilizado fue el deductivo, “es el razonamiento que, partiendo de casos generales, se eleva a conocimientos particulares. Este método permite la formación de hipótesis”, así mismo; “mediante el método lógico deductivo se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios”. (Madé Serrano, 2006)

### **Población:**

En el presente estudio la población estuvo constituida por, 99 trabajadores administrativos de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

### **Muestra:**

Se utilizó una muestra probabilística estratificada. Para la selección de los elementos de la muestra se hizo uso del procedimiento de Números Random.

El tamaño de la población de la investigación fue de 99 trabajadores administrativos. Sin embargo, debido a que el muestreo empleado es probabilístico estratificado, la distribución de la muestra se distribuyó según la condición laboral: (nombrados y contratados) de los sujetos que conforman cada uno de los estratos de la muestra.

La muestra fue calculada aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{E^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Dónde:

N= Tamaño de la población.

n = Tamaño de la muestra.

E = Error de la muestra.

Z = Coeficiente de confianza de distribución normal.

p = Evento favorable.

q = Evento no favorable.

$$n = \frac{1.96^2(50\%)(50\%)(99)}{1.96^2(99 - 1) + 1.96^2(50\%)(50\%)}$$

$$n = 79$$

### **Técnica de investigación**

#### **Observación**

Se utilizó esta técnica porque permitió registrar el comportamiento dentro del campus universitario, centrandó la atención en el quehacer cotidiano de los trabajadores administrativos. A demás esta técnica es sistemática por que evitó riesgos de captar datos no congruentes con los objetivos de la investigación.

Se utilizó como instrumento:

La encuesta. Permite recoger información, opiniones, actitudes prácticas y sugerencias sobre tópicos muy específicos acerca de las cuales las personas pueden manifestarse sobre la base a su propia experiencia y conocimiento. (Casimiro Urcos, & Guardián Chávez, 2010)

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos numéricos se procesaron agrupándolos en intervalos; se tabularon; y se construyeron con ellos cuadros estadísticos, calculándose las medidas de tendencia central o cualquiera otra que sea necesaria. Por lo que, se usó la base del software estadístico SPSS, para estadísticas descriptivas como la tabulación y frecuencias de cruce, estadísticas de dos variables, además pruebas T, ANOVA y de correlación.

## **Análisis de resultados o Desarrollo**

Objetivos de la investigación.

Objetivo general.

Determinar la relación entre la comunicación interna y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

Objetivos específicos.

Evaluar la relación entre la comunicación interna y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017

Evaluar la relación entre la comunicación operativa y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017

Evaluar la relación entre la comunicación estratégica y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017

Evaluar la relación entre la comunicación valorativa y el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017

## **Bases teóricas.**

### La comunicación.

Es el proceso por el cual se transmite información y significados de una persona a otra, con la finalidad de compartir sentimientos y conocimientos, que comprende transacciones entre ellas; por ello las organizaciones no existen ni operan sin comunicación, representa una red que integra y coordina todas sus partes; sin embargo, existe barreras de la comunicación que obstaculizan la circulación del mensaje. (Chiavenato I., Administración de Recursos Humanos. El capital humano en las organizaciones (Novena ed.), 2011). Por otro lado, Publicaciones Vértice S.L. (2008) indica que la "comunicación" es la facultad de todo ser vivo para transmitir informaciones, vivencias y sentimientos a otro.

Entonces, la comunicación es la transmisión de información y sentimientos mediante el uso de símbolos comunes verbales y/o no verbales. (Gibson, 2002). Para hacer eficaz un mensaje es necesario el conocimiento por parte del emisor de los conocimientos y formas de percepción del receptor, o sea de sus códigos. (Uzcategui, 2006)

Por tanto, "la comunicación con los empleados es esencial para el logro de objetivos y mejorar el desempeño laboral de los colaboradores, la alta gerencia y mandos medio de la institución. (Berceruelo, 2011). Algunas ilustraciones afirman que el proceso de comunicación posee dos tipos de alcance: satisfacer el hecho mismo de la comunicación, es decir, transmitir un mensaje y perseguir una respuesta concreta, es decir dar a la comunicación un carácter instrumental. (Cedaro, 2007)

La comunicación en las organizaciones públicas o privadas implica: "sobre cuáles son los deberes de su puesto y cuáles no, el empleado debe recibir información oportuna sobre los resultados de sus esfuerzos..." (Griffin & Moorhead, 2010). Toda organización está conformada por personas con diferentes culturas, por tanto es importante que las relaciones interpersonales entre los trabajadores que lo conforman no importando su condición laboral de permanencia, deberán estar enfocados en el cumplimiento de objetivos y metas organizacionales.

La comunicación se emplea en las siguientes funciones principales dentro de un grupo o equipo de trabajo: control, motivación, expresión emocional, información; ésta última constituye como una ayuda importante en la solución de problemas, se le puede denominar facilitador en la toma de decisiones. (Amorós, 2010)

### Comunicación interna.

Un concepto muy utilizado, tanto a nivel teórico como en la práctica profesional, es aquél que dice que la Comunicación Interna es contar a la organización lo que la

organización está haciendo. Esta concepción de la comunicación interna tiene un claro matiz dirigista, en el cual la comunicación, o mejor dicho, la transmisión de la información es sólo descendente, desde los niveles directivos hacia los subalternos. (Capriotti, 1998). Sin embargo, para Tessi (2011) la comunicación interna es todo intercambio comunicacional que se produce en una organización, integrada por todos los mensajes que se generan en una organización.

“La comunicación interna en la empresa es esencial para articular las relaciones entre los diferentes departamentos de la organización empresarial, promueve el desempeño mediante la coordinación, la cooperación y la satisfacción en el trabajo, debido a que el personal conoce sus funciones y se identifican con la organización; sin embargo la ausencia de la comunicación no permite que el trabajador realice sus actividades; por ello es importante que los administradores emitan y reciban información, de tal manera que los supervisores puedan dar instrucciones (Fernández, 1991). Entonces, Vásquez (2010) indica que la comunicación interna es uno de los factores más importantes para que una organización funcione de manera eficaz. Desde esta perspectiva, Peña & Batalla (2016) indican que la comunicación interna es la comunicación más natural que se produce en una organización.

Por otro lado, no podemos sino, citar que la comunicación interna debe ser entendida como un proceso sistémico, multidireccional, eficiente, eficaz y coherente, donde se analice a los diferentes públicos internos que tiene la organización (Cruz; 2012). Dice Merlano (2012) “Las organizaciones requieren desarrollar estrategias para gestionar la comunicación interna con todos los trabajadores...”

Según Robbins & Judge (2013) la comunicación interna tiene cuatro funciones principales dentro de un grupo u organización: “el control del comportamiento; la motivación; la expresión emocional y la información”.

Se explica que la comunicación interna es la que se produce dentro de la organización, y que está destinada al ámbito interno que integra al propio personal, la dirección, accionistas, secciones sindicales y demás grupos de la empresa. (García, 2007)

A pesar de las ideas que anteceden al párrafo, el concepto de comunicación interna es difícil de poder definir ya que los estudiosos y los practicantes pueden encontrar enfoques y aproximaciones diferentes. (Andrade, 2005). Carretón, (2007) hace referencia a los medios impresos más utilizados, pero no los únicos, por las empresas para mantener una relación informativa bidireccional con sus públicos internos; se pueden mencionar entre otros, el boletín informativo interno. Por tanto,

Manrique (2016) señala a la comunicación interna como uno de los procesos más importantes de la organización, pero a su vez es uno de los más subestimados.

Tipos de comunicación interna.

Según (Cervera, 2008) la comunicación se divide en dos tipos que son los más esenciales ya que los mensajes siguen ciertos caminos dentro de la organización y que también son denominados redes de comunicación, estos son la comunicación descendente y la comunicación ascendente. Sin embargo, García Jiménez (1998) manifiesta que la comunicación interna tiene barreras de distinta naturaleza como: físicas, culturales, psicológicas, fisiológicas, sociológicas, administrativas y Lingüísticas. (p.60)

Comunicación descendente

Es la comunicación que proviene de los altos mandos y avanza hacia abajo o a los subordinados en forma de cascada. Su objetivo final es que el colaborador o trabajador esté enterado en la mayoría y en todo momento de lo que ocurre en la organización, así como sentirse partícipe de esta.

Transfiere instrucciones y órdenes; cada colaborador recibe una porción de ésta, la necesaria para su labor donde es recurrente, veraz y fidedigna; la mejor arma frente al rumor. En general, los mensajes que se transmiten a través de la comunicación descendente se orientan a tres objetivos fundamentales de cualquier organización, coordinación, información y motivación. (Peiró, 1996). Por tanto, la difusión de la información permite adoptar estilos de liderazgo y configuraciones de trabajo más participativas, fomentar un mayor compromiso y crear mejores relaciones internas. (Gómez-Mejía et al., 1998).

Comunicación ascendente

Trasciende desde la base de la organización hacia arriba y el objetivo que se busca es conocer las opiniones e información de los subordinados y lo que acontece en el nivel operacional de la organización. Algunas de las actividades que maneja son:

Programas-Diálogo

Buzón o programa de sugerencias

Encuestas de clima o satisfacción laboral.

Acción sindical.

Rotación del personal, ausentismo y retrasos.

Círculos de calidad y grupos de mejora.

Entrevistas de queja, dimisión.



## **Funciones de la comunicación interna.**

(Lacasa, 2005), establece que la comunicación interna cuenta con tres funciones principales:

La importancia del personal, conservar un trato entre el colaborador y la organización para que el colaborador se involucre y efectúe sus expectativas dentro de la organización, de modo que relacione el éxito personal con el éxito de la organización.

### **Clima laboral.**

“El clima laboral es la suma de las percepciones que los trabajadores tienen sobre el medio humano y físico donde se desarrolla la actividad cotidiana de la organización. García M. (2009) indica que no existe una conceptualización única de Clima Organizacional. Taype (2015) define al clima organizacional como, las percepciones que los trabajadores se forman de su organización y como éstas pueden afectar su rendimiento laboral.

El clima laboral es un factor coyuntural en la vida de una organización.

En este sentido el clima se asienta sobre la cultura organizacional, un factor más permanente derivado de la historia, los valores y la tradición de la organización. Sin embargo, Para Arias W. & Arias G. (2014) el constructo de “clima” tiene su origen en la psicología lewiniana, cuyo campo de enfoque se produce en 1939. Aunque fue Gellerman quien en la década de los 60’ introduce el concepto de “clima” en el ámbito organizacional. (p.185)

El clima laboral evoluciona según dinámicas internas propias que dependen de procesos de percepción básicos como la credibilidad de la fuente, los procesos selectivos de llegada de la información, los liderazgos de opinión o las normas grupales” (Humanos, 2006).

Relación entre clima laboral y otros programas actores.

(Gan, 2007), explica que en la medida en la que el clima laboral integra aspectos como actitudes, creencias, estructuras, sistemas relacionales, comunicación, liderazgo, entre otros, se produce una cierta confusión o contaminación entre clima y otros programas o conceptos relacionados con el mundo organizacional.

Importancia de valorar el clima laboral

(Wallance, 2005), explica que el estudio de clima laboral es realizado de una manera apropiada y participativa junto con el estudio de otros indicadores de gestión tal y como la satisfacción, eficiencia y productividad. Se organiza como una herramienta trascendente para el desarrollo de la organización.

## **Hipótesis**

### Hipótesis general

La comunicación interna tiene relación con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

### Hipótesis Específicas

La comunicación esencial tiene relación con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

La comunicación operativa tiene relación con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

La comunicación estratégica tiene relación con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

La comunicación valorativa tiene relación con el clima laboral con el clima laboral del personal Administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, periodo 2015-2017.

## **Variables de estudio**

### Definición conceptual de la variable

#### Comunicación Interna.

Conjunto de actividades efectuadas por cualquier organización para la creación y mantenimiento de buenas relaciones con y entre sus miembros, a través del uso de diferentes medios de comunicación que los mantenga informados, integrados y motivados para contribuir con su trabajo al logro de los objetivos organizacionales. (Katz, 1986).

#### Clima Laboral.

Se refiere a las percepciones e interpretaciones relativamente permanentes que los individuos tienen con respecto a su organización, que a su vez influyen en la conducta de los trabajadores, diferenciando una organización de otra. Ramos (2012) señala que Robbins define al clima como la personalidad de una organización y que puede ser asimilado con la cultura debido a que permite volver a afirmar los valores, tradiciones, prácticas y costumbres.

Definición operacional de la variable  
Comunicación Interna.

Se desarrollarán instrumentos que permitan: tomar conocimiento acerca de la organización, orientar conductas individuales y establecer relaciones interpersonales funcionales entre sus miembros.

Clima Laboral.

El clima es un atributo de la organización y, por lo tanto, es externo al sujeto. De modo consecuente, para diagnosticar el clima de una institución se miden elementos como tamaño, niveles de autoridad, relaciones formales entre las personas, cantidad de normas y reglas, desempeño laboral, satisfacción laboral y liderazgo.

### **Resultados:**

Análisis de confiabilidad del instrumento

Para medir la fiabilidad del instrumento (entendida como la consistencia interna) se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach.

El Alfa de Cronbach consiste en la correlación inter elementos promedio y asume que los ítems (medidos en escala tipo Likert) miden un mismo constructo y que están altamente correlacionados. Los valores de este coeficiente oscilan entre 0 y 1, considerando como criterio general un coeficiente aceptable cuando su valor es igual o superior a 0.70.

El coeficiente Alfa Cronbach obtenido, para la prueba de confiabilidad del instrumento, resultó igual a 0.998 (con 42 elementos). Este coeficiente señala que el instrumento es sumamente confiable, puesto que alcanzó un valor superior al 0.7.

Estadística Descriptiva

En la presente sección, se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo que se obtuvo a partir de la información obtenida por medio de las encuestas aplicadas al personal administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

En esta sección se ordenaron y analizaron los datos de la muestra. Utilizándose para tal propósito la distribución de frecuencias, que consistió en la obtención de puntuaciones respecto a las variables de estudio, ordenándolas en sus respectivas categorías, para finalmente ser presentadas en tablas y gráficos.

### **Variable 1: Comunicación Interna**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la comunicación interna es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 55.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las dimensiones que conforman la variable, mientras que solo el 30.4% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la comunicación interna dentro de la institución es ineficiente.

Tabla 1. Variable 1: Comunicación Interna

	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Muy desacuerdo	1	1.3	1.3
En desacuerdo	44	55.7	57.0
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	5	6.3	63.3
De acuerdo	24	30.4	93.7
Muy de acuerdo	5	6.3	100.0
Total	79	100.0	

### **Dimensión 1: Comunicación esencial**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la comunicación esencial es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 59.5% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 25.3% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la comunicación esencial dentro de la institución es ineficiente.

### **Dimensión 2: Comunicación operativa**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la comunicación operativa es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 55.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 31.6% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la comunicación operativa dentro de la institución es ineficiente.

### **Dimensión 3: Comunicación estratégica**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la comunicación estratégica es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 55.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 25.3% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la comunicación estratégica dentro de la institución es ineficiente.

### **Dimensión 4: Comunicación valorativa**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la comunicación valorativa es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 59.5% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 25.3% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la comunicación esencial dentro de la institución es ineficiente.

### **Items de la variable 1**

Tabla 2. Preguntas de encuesta

	PORCENTAJE (%)				
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Item 1	6.3	60.8	2.5	27.8	2.5
Item 2	5.1	64.6	3.8	25.3	1.3
Item 3	2.5	58.2	5.1	27.8	6.3
Item 4	1.3	32	5.1	27.8	3.8
Item 5	6.3	58.2	3.8	30.4	1.3
Item 6	1.3	63.3	7.6	25.3	2.5
Item 7	1.3	55.7	8.9	31.6	2.5
Item 8	2.5	57	6.3	29.1	5.1
Item 9	6.3	53.2	7.6	30.4	2.5
Item 10	1.3	62	6.3	27.8	2.5
Item 11	5.1	57	7.6	26.6	3.8
Item 12	6.3	51.9	5.1	31.6	5.1
Item 13	2.5	55.7	6.3	29.1	6.3
Item 14	2.5	60.8	6.3	26.6	3.8
Item 15	5.1	58.2	5.1	27.8	3.8

	PORCENTAJE (%)				
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Item 16	6.3	55.7	6.3	29.1	2.5
Item 17	2.5	60.8	5.1	27.8	3.8
Item 18	6.3	62	3.8	26.6	1.3
Item 19	5.1	55.7	7.6	30.4	1.3
Item 20	6.3	54.4	5.1	29.1	5.1
Item 21	5.1	58.2	6.3	26.6	3.8
Item 22	3.8	62	2.5	29.1	2.5
Item 23	2.5	63.3	5.1	27.8	1.3
Item 24	2.5	59.5	6.3	27.8	3.8

### **Variable 2: Clima Laboral**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto al clima laboral es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 41.8% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las dimensiones que conforman la variable, mientras que solo el 20.3% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que el clima laboral dentro de la institución es inadecuado.

	FRECUENCIA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
Muy desacuerdo	10	12.7	12.7
En desacuerdo	33	41.8	54.4
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	12	15.2	69.6
De acuerdo	16	20.3	89.9
Muy de acuerdo	8	10.1	100.0
Total	79	100.0	

### **Dimensión 1: Satisfacción laboral**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto a la satisfacción laboral es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 41.8% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 20.3% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la satisfacción laboral respecto a su centro de trabajo y sus actividades cotidianas es inadecuada.

### **Dimensión 2: Desempeño**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto al desempeño es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 36.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 19.0% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que su desempeño dentro de la institución es inadecuado.

### **Dimensión 3: Liderazgo**

La valoración de los trabajadores administrativos de la UNAMBA, respecto al liderazgo es desfavorable.

Se advierte que, en general, el 36.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 17.7% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que el liderazgo dentro de la institución es inadecuado.

## **Items de la variable 2**

Tabla 4. Preguntas de encuesta

	PORCENTAJE (%)				
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Item 1	17.7	39.2	15,2	21,5	6,3
Item 2	12.7	51.9	11,4	16,5	7,6
Item 3	19	38	13,9	20,3	8,9
Item 4	16.5	44.3	16,5	16,5	6,3
Item 5	16.5	44.3	10,1	20,3	8,9
Item 6	17.7	41.8	15,2	17,7	7,6
Item 7	19	35.4	15,2	20,3	10,1
Item 8	19	36.7	15,2	22,8	6,3
Item 9	17.7	39.2	13,9	20,3	8,9



	PORCENTAJE(%)				
	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
Item 9	17.7	39.2	13.9	20.3	8.9
Item 10	13.9	43	15.2	19	8.9
Item 11	20.3	36.7	17.7	15.2	10.1
Item 12	19	36.7	15.2	22.8	6.3
Item 13	21.5	46.8	11.4	10.1	10.1
Item 14	21.5	48.1	15.2	10.1	5.1
Item 15	20.3	46.8	12.7	12.7	7.6
Item 16	21.5	50.6	10.1	7.6	10.1
Item 17	17.7	36.7	15.2	21.5	8,9
Item 18	19	38	15.2	19	8,9

## Estadística inferencial

### Correlación de las variables

En la presente sección, se presentan los resultados del análisis estadístico inferencial que se obtuvo a partir de la información obtenida por medio de las encuestas aplicadas al personal administrativo de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.

La prueba estadística aplicada para evaluar la relación entre las variables de estudio y probar las hipótesis de investigación fue la Prueba de Spearman.

La prueba de Spearman es una medida de correlación para variables en un nivel de medición ordinal, es utilizada para relacionar estadísticamente escalas tipo Likert. El coeficiente varía de  $-1.0$  (correlación negativa perfecta) a  $+1.0$  (correlación positiva perfecta), considerando el 0 como ausencia de correlación entre las variables jerarquizadas. El signo indica la dirección de la correlación (positiva o negativa); y el valor numérico, la magnitud de la correlación. Asimismo, si  $p$  es menor del valor 0.5, se dice que el coeficiente es significativo en el nivel de 0.05 (95% de confianza en que la correlación sea verdadera y 5% de probabilidad de error).

Finalmente, se pone en evidencia que para realizar el trabajo operativo del análisis de la correlación entre las variables de estudio se utilizó el paquete estadístico SPSS.

Para la contrastación de las hipótesis de investigación del presente estudio se utilizó la prueba estadística de Spearman.

Los valores del coeficiente (Rho de Spearman) van de  $-1$  a  $+1$ . Cuando el valor se acerca a  $+1$  se puede decir que la relación entre variables es directa, en caso de que el

valor se acerque a -1 indica que ambas variables se asocian inversamente. Si el coeficiente de correlación se acerca a 0 la relación de variables no se presenta.

Asimismo, se aplicó la siguiente regla de decisión para contrastar la hipótesis:  
Si  $p < 0.05$ , se acepta la hipótesis de investigación.

### Resumen de correlación de variables y contrastación de hipótesis

Tabla 5. Resumen de Correlaciones: Comunicación interna y clima laboral

			CLIMA LABORAL	RESULTADO: PRUEBA HIPÓTESIS	DIRECCIÓN DE LA RELACIÓN	INTENSIDAD DE LA RELACIÓN
Rdo de Spearman	Esencial	r	,899**	Aceptada	Positiva	Considerable
		p	,000			
		N	79			
	Operativa	r	,913**	Aceptada	Positiva	Muy fuerte
		p	,000			
		N	79			
	Estratégica	r	,922**	Aceptada	Positiva	Muy Fuerte
		p	,000			
		N	79			
	Valorativa	r	,897**	Aceptada	Positiva	Considerable
		p	,000			
		N	79			
	Comunicación interna	r	,915**	Aceptada	Positiva	Muy fuerte
		p	,000			
		N	79			

\*\* La correlación es significativa al nivel 0.01 bilateral.

### Discusión de resultados:

En toda organización pública o privada, la comunicación eficaz constituye el elemento esencial para el cumplimiento de las metas y objetivos institucionales,

porque gracias a ésta el trabajo en equipo es más eficiente, lo que se traduce en una organización fuerte, sólida y en desarrollo permanente. A continuación, se presenta una síntesis del análisis correlacional de las conclusiones y dimensiones del estudio.

Dimensión 1: Satisfacción laboral. Se advierte que, en general, el 41.8% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 20.3% manifiesta una actitud positiva.

Dimensión 2: Desempeño. Se advierte que, en general, el 36.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 19.0% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que su desempeño dentro de la institución es inadecuado.

Dimensión 3: Liderazgo. Se advierte que, en general, el 36.7% de los encuestados muestra una actitud negativa respecto a las afirmaciones de los ítems que conforman la dimensión, mientras que solo el 17.7% manifiesta una actitud positiva.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que el liderazgo dentro de la institución es inadecuado.

En ese sentido, los trabajadores administrativos de la UNAMBA consideran que la satisfacción laboral respecto a su centro de trabajo y sus actividades cotidianas es inadecuada.

Situación que al comparar va en la misma dirección, cuando por ejemplo se observan las conclusiones entre otras de Ramos, G. E. (2015) en su tesis de pregrado denominado “La Comunicación Interna y su Incidencia en la Productividad de la Cooperativa de Ahorro, Crédito y Vivienda la Merced Ltda., en la Ciudad de Ambato.” de la Universidad Técnica de Ambato, llegando a concluir que la ausencia de un sistema de comunicación interna genera un ambiente laboral inestable, impidiendo un desarrollo institucional.

Probablemente habría que corregir algunos errores metodológicos, a fin de mejorar la calidad de información obtenida de campo. Al mismo tiempo, los resultados de la investigación indican que la comunicación interna incide significativamente con el clima laboral, como el clima laboral incide en la comunicación interna, por lo que, se convierte en un tema no agotado, y que requerirá plantear otras interrogantes en futuras investigaciones.

## **Conclusiones**

1.- Se pudo encontrar, mediante el análisis correlacional, que la comunicación interna está relacionada con el clima laboral al presentar una significancia (p) de 0.000 ( $p < 0.05$ ) y un coeficiente de correlación de 0.915. Además, el coeficiente de determinación, que resulta de elevar el coeficiente de correlación al cuadrado, indica que la comunicación interna determina el 83.7% de la variación del clima laboral. Es decir, si la comunicación interna es deficiente, entonces el clima laboral es inadecuado.

2.- Se concluye que la comunicación esencial está relacionada con el clima laboral al presentar una significancia (p) de 0.000 ( $p < 0.05$ ) y un coeficiente de correlación de 0.899. Por tanto, la correlación es positiva considerable.

3.- Se pudo encontrar, mediante el análisis correlacional, que la comunicación estratégica está relacionada con el clima laboral en la UNAMBA al presentar una significancia (p) de 0.000 ( $p < 0.05$ ) y un coeficiente de correlación de 0.922.

4.- Finalmente, tras el análisis de la información obtenida; indicamos que la comunicación valorativa está relacionada con el clima laboral al presentar una significancia (p) de 0.000 ( $p < 0.05$ ) y un coeficiente de correlación de 0.897. Situación que nos permite deducir que la correlación es positiva considerablemente en la Universidad Micaela Bastidas de Apurímac.

Estos resultados se convierten en antecedentes para futuros trabajos que se quiera iniciar, en el área de estudio que se pone a consideración.

## **Referencias:**

Andrade, H. (2005). Comunicación organizacional interna. España: Netbiblo.

Arias, W., & Arias, G. (2014). Relación entre el clima organizacional y la satisfacción laboral en una pequeña empresa del sector privado. *Ciencia & Trabajo*, v(51), p.185.

Amorós, E. (2010). Comportamiento organizacional. USAT - Escuela de Economía. Lima.

Berceruelo, B. (2011). Comunicación Interna en la empresa. Claves y desafíos. Valencia España: Wolters Kluwer.

Bustamante, G. (2007). La comunicación interna en una organización escolar y sus implicancias en el proceso de gestión educativa. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Casimiro Urcos, W. H., Casimiro Urcos, C. N., & Guardián Chávez, R. A. (2010). El Arte de Investigar. Lima: Editorial GRAMAL.

Capriotti, Paúl (1998). La comunicación interna. Universidad Rovira i Virgili – Tarragona. España.

Carretón, C. (2007). Las relaciones públicas en la comunicación interna de la Banca española. España: netbiblo.

Cervera, Á. (2008). Comunicación total. España: ESIC.

Cedaro, K. (2007). “Importancia de los distintos canales de comunicación interna para la gestión de las universidades públicas en Argentina en el marco conceptual de la gestión Total de calidad. DISCUSION de un caso”. (Tesis inédita de Magister ). Universidad Tecnológica Nacional,. Concepcion, Uruguay.

Cruz Batista, Y. (2012). Posiciones Teóricas en Torno a la Comunicación Organizacional. Contribuciones a las Ciencias Sociales, 26. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/cccss/20/cbfp.html>

Chiavenato, I. (2011). Administración de Recursos Humanos. El capital humano en las organizaciones (Novena ed.). Mexico: McGraw-Hill.

Chiavenato, I. (2007). Administración. México: Mc Graw Hill.

Fernandez, C. C. (1991). La comunicación en las organizaciones. Mexico: Trillas.

Gan, F. (2007). Manual de recursos humanos. UOC.

García Jiménez, J. (1998). La Comunicación Interna. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.

García, M. (2009). Clima Organizacional y su Diagnóstico: Una aproximación Conceptual. Cuadernos de administración, v(42), p.43.

García Villamizar, G. (2007). Clima organizacional: hacia un nuevo modelo.

Gibson, James (2002). Comunicación Organización. Trillas. España.

Gómez-Mejía, B. Balkin, L. Cardy. (1998). Gestión de Recursos Humanos. Madrid. Quinta Edición. Edit. Pearson.

Griffin, R. W., & Moorhead, G. (2010). Comportamiento Organizacional: Gestión de personas y

organizaciones. Mexico: Argraph.

Hernández, f. (2001). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill.

Humanos, F. p. (setiembre de 2006). [https://factorhuma.org/attachments\\_secure/article/8300/clima\\_laboral\\_cast.pdf](https://factorhuma.org/attachments_secure/article/8300/clima_laboral_cast.pdf).

Katz, D. &. (1986). Psicología Social de las organizaciones. (5ta Ed.). México: Trillas.

Lacasa, A. S. (2005). Gestión de la comunicación empresarial. Barcelona: Ediciones.

Madé Serrano, N. (2006). Metodología de la investigación. México: Mc Graw.

Manrique, S. G. (16 de Octubre de 2016). Comunicación interna, liderazgo e influencia. Obtenido de La Prensa / Economía: [http://impresa.prensa.com/economia/Comunicacion-interna-liderazgo-influencia\\_o\\_4598540161.html](http://impresa.prensa.com/economia/Comunicacion-interna-liderazgo-influencia_o_4598540161.html)

Mario, t. t. (1999). Procesos de investigación científica.

Merlano, S. (2012). La comunicación interna en las organizaciones. Contribuciones a la economía, párr.1.

Peiró, J.M., Prieto, F. (1996). Tratado de Psicología del trabajo (vol. 1-2). Madrid: Síntesis.

Peña, B., & Batalla, P. (2016). Dirección de comunicación y habilidades directivas. Madrid: Dykinson.

Pino, G. R. (2014). Metodología de la investigación. Lima: San Marcos.

Publicaciones Vértice S.L. (2008). Comunicación interna. España: Editorial Vértice.

Ramos, D. (2012). El Clima Organizacional, definición, teoría, dimensiones y modelos de Abordaje. Cundinamarca - Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

Ramos, G. E. (2015). La Comunicación Interna y su Incidencia en la Productividad de la Cooperativa de Ahorro, Crédito y Vivienda La Merced Ltda., en la Ciudad de Ambato. Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniera en Marketing. Ecuador.

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2013). Comportamiento Organizacional. Mexico: PEARSON.

Taype, M. (17 de noviembre de 2015). Gestión del Clima Organizacional. Lima, Perú: Gestipolis. Obtenido de <https://www.gestipolis.com/gestion-del-clima-organizacional/>

Tessi, M. (2011). Viajero Ejecutivo. BCD travel, v(11), p.18.

Uzcategui, A. (2006). La comunicación. Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". Extensión Valencia. España.

Vásquez, J. (24 de agosto de 2010). La comunicación interna. Lima: Gestipolis. Obtenido de <https://www.gestipolis.com/comunicacion-interna/>

Wallance, S. (2005). Fundamentos del Clima Organizacional. México D.F.: Editorial.

## CAPÍTULO 6

---

# FACTORES DETERMINANTES DEL RECURSO HUMANO EN LA GESTIÓN DE SEGURIDAD DE LA INFORMACIÓN.

*José David Sánchez Reales, José  
Mauricio Sánchez Reales, Bryan Joaquin  
Arrieta Nuñez*

*Universidad del Atlántico - Colombia.*

### **Sobre los autores:**

**José David Sánchez Reales:** Doctor en Ciencias Mención Gerencia, URBE - Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín, Master en Seguridad de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (Universitat Oberta de Catalunya - UOC, 2013), Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Humanidades y Lengua Castellana (Universidad del Atlántico, 2011), Ingeniero de Sistemas (Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, 2010) Líder componente tecnológico Proyecto de Virtualización Universidad del Atlántico. Investigador grupo ENL@CE y GECIT Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

**Correspondencia:** [jsanchezreales@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:jsanchezreales@mail.uniatlantico.edu.co)

**José Mauricio Sánchez Reales:** Máster en Seguridad de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (Universitat Oberta de Catalunya - UOC, 2013),



Doctorante en proyectos (Universidad Internacional Iberoamericana - UNINI, México), Ingeniero de Sistemas (Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD, 2010), Auditor Interno en la norma ISO 27001:2005 Seguridad de la Información (SGS Colombia S.A., 2012), Administrador IT componente tecnológico Proyecto de Virtualización Universidad del Atlántico. Investigador del grupo ENL@CE Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia.

**Correspondencia:** [josesanchez@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:josesanchez@mail.uniatlantico.edu.co)

**Bryan Joaquín Arrieta Nuñez:** Magíster en Educación, SUE-Caribe, Universidad del Atlántico. Doctorante en Ciencias de la Educación Universidad Cuathemóct-México, distrito Aguas Calientes, Modalidad a distancia. Líder del Proceso; Gestión Curricular-Departamento de Calidad integral en la Docencia Vicerrectoría de Docencia. Integrante, Grupo Investigación (GECIT)- Grupo Educativo de Ciencia Investigación y Tecnología. Universidad del Atlántico reconocido por COLCIENCIAS -Barranquilla, Colombia.

**Correspondencia:** [bryanarrieta@mail.uniatlantico.edu.co](mailto:bryanarrieta@mail.uniatlantico.edu.co)

## Resumen

El presente artículo identifica los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información; surge de una investigación realizada en Instituciones de Educación Superior de la Región Caribe, Colombia; donde se estudió al recurso humano en la gestión de seguridad de la información. El mismo se sustentó en las posturas teóricas de Calder (2017), Domínguez (2008), Formichella (2015), Humphrey (2016), Senge (2016), Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999), Chiavenato, I. (2017), Sephiri M. (2014) entre otros. Se enmarca en el paradigma positivista mediante un estudio descriptivo, de campo, modalidad proyecto factible, bajo un diseño no experimental-transversal-descriptivo, aplicado a profesionales en organizaciones educativas con inherencia en las variables abordadas. El análisis concluye que los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información casi nunca se desarrollan. Seguidamente se observa que no se integra al factor humano y administrativo en una cultura de aprendizaje que fortalezca los niveles de seguridad de la información en la organización.

**Palabras claves:** gestión, seguridad de la información, liderazgo, competencias, Aprendizaje, estrategia.



## ***Determining factors of human resources in the management of information security.***

### **Abstract**

This article identifies the determinants of human resources in the management of information security; arises from an investigation carried out in Higher Education Institutions of the Caribbean Region, Colombia; where human resources were studied in information security management. It was based on the theoretical positions of Calder (2017), Domínguez (2008), Formichella (2015), Humphrey (2016), Senge (2016), Nonaka, I., and Takeuchi, H. (1999), Chiavenato, I. (2017), Sepehri M. (2014) among others. It is framed in the positivist paradigm through a descriptive, field study, feasible project modality, under a non-experimental-transversal-descriptive design, applied to professionals in educational organizations with inderence in the variables addressed. The analysis concludes that the determinants of human resources in the management of information security almost never develop. Then it is observed that the human and administrative factor is not integrated into a learning culture that strengthens the levels of information security in the organization.

**Key words:** management, information security, leadership, competences, learning, strategy.

### **Introducción**

Las instituciones de educación superior necesitan avanzar en materia de seguridad de la información. En este sentido se observa que el recurso humano es uno de los menos capacitados en temas de seguridad. Asimismo la alta gerencia no dimensiona la importancia de la seguridad de la información en los procesos administrativos. Lo que permite establecer que no existen lineamientos que dinamicen la seguridad de la información en estas organizaciones. Para Jara, H & Pacheco, F. (2012, p. 35), “el eslabón más débil respecto a la protección de los datos de una organización es el mismo trabajador”, quien por ingenuidad o falta de un aprendizaje organizacional en seguridad coloca dentro de la matriz de criticidad los procesos de la organización.

Para el siglo XXI las organizaciones enfrentan un desafío entorno a los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. Al respecto Gómez, A (2014) considera que el sistema en gestión de seguridad de la información es la herramienta a partir de la cual la dirección dispone de una organización para llevar a cabo las políticas y los objetivos de seguridad. En este sentido, el interés mundial se centra en proteger los recursos tecnológicos, los activos de información tangibles e intangibles y el recurso humano.

En efecto, al no proteger los recursos tecnológicos la organización enfrenta amenazas y riesgos que afectan su estabilidad. La causa de este problema se centra en entender los factores determinantes del recurso humano y su relación con la planificación estratégica. De acuerdo con Espinoza, B. et al. (2017) la planificación estratégica, permite la elaboración de instrumentos que ayuden a tener un enfoque más claro de la realidad objetiva. Las organizaciones abordadas en esta investigación no cuentan con líneas estratégicas direccionadas a promover los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. Lo que permite concluir que una organización que no participe de planificación estratégica dinamizando en sus procesos, está destinada a desaparecer.

En este orden de ideas, la alta gerencia de las organizaciones abordadas en este estudio no visionan un cambio trascendental en materia de seguridad ni entienden la importancia de los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. Rechazar el cambio por temor al contexto competitivo e inteligente, es enfrentar la realidad organizacional desde un escenario económico y social totalmente desarticulado. Al respecto Calder (2017) propone que el compromiso de la alta gerencia es conseguir los recursos humanos y financieros para ejecutar nuevos proyectos. Esa transformación podría considerarse en términos de oportunidad, una ventaja competitiva al incursionar en un sistema económico cambiante.

De continuar dicha situación, la gerencia de la organización estaría actuando negligentemente. Sin duda compromete la disponibilidad, confidencialidad, trazabilidad e integridad de la información desconociendo la importancia de los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. Por tanto, la necesidad de continuar investigando estas dos variables,

vendría a apoyar a los gerentes, trabajadores, clientes y proveedores de cualquier escenario organizacional. No obstante ignorar esta realidad, implica recorrer el camino para desaparecer como organización.

El reto de la gerencia consiste en crear las condiciones para avanzar en la construcción de una cultura de aprendizaje. Según Henríquez, G., Vallaes, F. & Garzón, M.(2018) coincide en que el aprendizaje organizacional permite aprender, cambiar, adaptarse e innovar a las circunstancias del entorno. Para lograr este objetivo se necesitan estrategias formativas que posibiliten transferir el conocimiento tecnológico, científico, tácito, procedimental, empírico e intuitivo. Con el fin de gestionar, compartir y replicar el conocimiento adquirido en el escenario laboral.

### **El aprendizaje como factor determinante de la seguridad de la información**

El aprendizaje en el siglo XXI se convierte en una estrategia de cambio toda vez que el conocimiento adquirido se consolida como una ventaja competitiva, capaz de convertirse en desarrollo sostenible. Las organizaciones que aprenden tienen la facilidad de trascender en el liderazgo, cambiar su estructura, generar conocimiento, competir y avanzar hacia el éxito. Los problemas de aprendizaje son trágicos en los niños, sobre todo cuando no se detectan; son igualmente trágicos en las organizaciones, donde suelen pasar inadvertidos (Senge, 2006). En este sentido, la tarea consiste en motivar el aprendizaje, sensibilizando en temas de seguridad de la información en todas las áreas de la organización.

Sobre esta base teórica, Senge (2006) considera que el aprendizaje en equipo es vital porque la unidad fundamental de aprendizaje en las organizaciones modernas no es el individuo sino el equipo. En este orden de ideas, la estrategia para avanzar en seguridad de la información, se centra en una visión compartida que aborde objetivos comunes provocando procesos de enseñanza aprendizaje en equipo. Este aprendizaje organizacional se consolida según Nonaka, I., y Takeuchi, H. (1999) como el conocimiento organizacional, aquel que debe ser entendido como un proceso que amplifica organizacionalmente el conocimiento creado por los individuos y lo solidifica como parte de la red de conocimiento de la organización. De esta manera sensibilizar en seguridad de la información se logra a través del trabajo conjunto de líderes en tecnologías de información. Para Senge (2006), un líder es un diseñador,

mayordomo y maestro. Lo que rompe con el paradigma tradicional de un liderazgo autocrático, que frustra a las personas, genera apatía, aislamiento, estrés, desmotivación, conflicto, divisiones e inseguridad.

Este nuevo líder tecnológico visiona el futuro, motiva a sus subordinados, planifica sus actividades, traza rutas sólidas, sensibiliza y compromete actitudes, sentimientos, emociones que, según Chiavenato, I. (2017), busca inspirarlos a superar obstáculos.

Partiendo de estos planteamientos se entiende el aprendizaje como un factor determinante de la seguridad de la información. En este sentido el recurso humano se identifica con la organización siendo parte de una cultura de aprendizaje que permite aprender del entorno; compartir y transferir el conocimiento. Tejada et al. (2007), consideran que, solo si conocemos quiénes somos en realidad, que queremos y somos capaces de hacer, tendremos la capacidad para identificarnos con la visión organizacional. Wei Chun (1999) plantea que la organización que es capaz de integrar eficazmente la percepción, la creación de conocimiento y la toma de decisiones se puede describir como una organización inteligente.

### **Gestión de seguridad de la información y su interrelación con el factor humano.**

La gestión de seguridad de la información es el componente que permite organizar y planificar acciones en materia de seguridad, con el fin de establecer controles que contrarresten los riesgos que puedan afectar el contexto organizacional. Según Humphrey (2016), el contexto organizacional es el entorno laboral que permite identificar los factores internos y externos que tienen relevancia a la hora de alcanzar los logros y objetivos del negocio. Al respecto Gómez y Fernández (2015) plantean que es necesario conocer la organización cuando se lleva a cabo la implementación de un sistema de gestión. Lo que permite definir la gestión como un proceso social y humano que parte de la planificación, organización, dirección y control.

Según Batista y Estupiñán (2018) una organización no puede crecer sin las personas, todas las actividades con sus planes de acción, dependen de las personas. He aquí cómo se interrelaciona la gestión de seguridad de la información con el recurso humano, uno no puede consolidarse sin el apoyo del otro. En este proceso, es

fundamental idear políticas que ayuden a integrar al recurso humano con las líneas de acción en materia de seguridad de la información, de esta manera permite contribuir a establecer ventajas competitivas al sistematizar, proteger y analizar la información.

Al respecto, Chiavenato, I. (2017) propone que la administración implanta la visión estrategia que aportan los líderes, coordina y suple a las personas, tratando problemas cotidianos. De tal manera, que visionar los objetivos en materia de seguridad de la información, implica el trabajo conjunto de todas las partes interesadas, externas e internas. Según Kiernan, citado por Chiavenato (2009) señala que las organizaciones entraron en un periodo de permanente volatilidad, turbulencia originadas por el efecto de tendencias globales como: las TIC, la globalización de mercados, la sustitución de una economía de manufactura por una basada en el conocimiento. En este sentido, una organización exitosa logra una ventaja competitiva al proteger su información, para transformarla en un nuevo conocimiento. De tal manera que satisface su necesidad de innovar y emprender logrando ser competitivos frente al cambio.

## **Metodología**

La investigación se condujo desde la dimensión filosófica, epistemológica y metodológica, bajo el paradigma positivista, ya que parte de una realidad única, que puede ser fragmentada para su análisis y sus partes manipuladas independientemente. Meza (2015), el sujeto de la investigación positivista es un ser capaz de despojarse de sus sentimientos, emociones, subjetividad, de tal forma que puede estudiar el objeto, la realidad social y humana “desde afuera”. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.19), comparte que “el enfoque cuantitativo utiliza la lógica o razonamiento deductivo”.

Desde la perspectiva más general, no toda investigación cuantitativa debe partir de hipótesis, como lo sostiene Hurtado (2015, p.111), las investigaciones descriptivas trabajan con uno o con varios eventos de estudio, pero su intención no es establecer relaciones de causalidad entre ellos. Por tal razón no ameritan de la formulación de hipótesis. Partiendo de este enfoque epistemológico cabe destacar que toda investigación científica, requiere de modelos conceptuales, que la conduzcan a la búsqueda de evidencias, para aceptar, rechazar o proponer los sustentos teóricos generados en el trabajo investigativo.

El propósito de la investigación se enmarca dentro de un estudio descriptivo, de campo con modalidad proyecto factible con un análisis estadístico descriptivo. El cual según Hernández, Fernández y Baptista (2014; p.92) “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. De acuerdo con los objetivos planteados, el investigador señala el tipo de descripción que se propone realizar. Acude a técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, las entrevistas y los cuestionarios. La mayoría de las veces se utiliza el muestreo para la recolección de información, la cual es sometida a un proceso de codificación, tabulación, para luego concluir con el análisis estadístico.

En cuanto al diseño de la investigación, el presente trabajo se ubicó dentro de los diseños de campo no experimental, en la cual las variables no se manipulan, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014), Bassi (2015), Hurtado (2015), coinciden al señalar el diseño de investigación como la estrategia adoptada por el investigador para responder el problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio.

De igual manera, este estudio se tipifica como transeccional, debido a que se miden las variables en un momento dado, tal como se presenta al instante de recolectar la información, que a juicio de Calderón y Alzamora (2010, p.76), considera que en este tipo de estudio sólo “se miden las características de uno o más grupos de unidades en un momento dado, sin pretender evaluar la evolución de esas unidades”. Esto significa que, resulta necesario tomar los datos en un tiempo exacto y en espacio previamente definido para considerar resultados objetivos en una línea histórica.

Según Bavaresco (2013, p. 95) sostiene que “la investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado”. Por ello se implementó una encuesta al personal directivo y docente de organizaciones educativas de la región caribe, Colombia; relacionados con los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. El instrumento se basó en una encuesta escala Likert conformado por cincuenta y un (51) preguntas; veinte y ocho (28) miden la primera variable y veinte y tres (23) miden la segunda. El instrumento está enmarcado en cinco (5) alternativas

de respuesta clasificadas como: Siempre (5), Casi Siempre (4), A Veces (3), Casi Nunca (2), Nunca (1).

La validez se realizó a través del juicio de 5 expertos. La confiabilidad se calculó a través del Coeficiente Alfa de Cronbach, aplicando el instrumento a una prueba piloto, conformada por 16 profesionales entre directivos y docentes  $r_{tt} = 0,88$  = para la variable factores determinantes del recurso humano,  $r_{tt} = 0,91$ = para la variable Gestión de la Seguridad de Información, para ambos casos alta confiabilidad.

## **Metodología**

La investigación se condujo desde la dimensión filosófica, epistemológica y metodológica, bajo el paradigma positivista, ya que parte de una realidad única, que puede ser fragmentada para su análisis y sus partes manipuladas independientemente. Meza (2015), el sujeto de la investigación positivista es un ser capaz de despojarse de sus sentimientos, emociones, subjetividad, de tal forma que puede estudiar el objeto, la realidad social y humana “desde afuera”. Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.19), comparte que “el enfoque cuantitativo utiliza la lógica o razonamiento deductivo”.

Desde la perspectiva más general, no toda investigación cuantitativa debe partir de hipótesis, como lo sostiene Hurtado (2015, p.111), las investigaciones descriptivas trabajan con uno o con varios eventos de estudio, pero su intención no es establecer relaciones de causalidad entre ellos. Por tal razón no ameritan de la formulación de hipótesis. Partiendo de este enfoque epistemológico cabe destacar que toda investigación científica, requiere de modelos conceptuales, que la conduzcan a la búsqueda de evidencias, para aceptar, rechazar o proponer los sustentos teóricos generados en el trabajo investigativo.

El propósito de la investigación se enmarca dentro de un estudio descriptivo, de campo con modalidad proyecto factible con un análisis estadístico descriptivo. El cual según Hernández, Fernández y Baptista (2014; p.92) “busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. De acuerdo con los objetivos planteados, el investigador señala el tipo de descripción que se propone realizar. Acude a técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, las entrevistas y los cuestionarios. La mayoría de las veces se utiliza el



muestreo para la recolección de información, la cual es sometida a un proceso de codificación, tabulación, para luego concluir con el análisis estadístico.

En cuanto al diseño de la investigación, el presente trabajo se ubicó dentro de los diseños de campo no experimental, en la cual las variables no se manipulan, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Al respecto, Hernández, Fernández y Baptista (2014), Bassi (2015), Hurtado (2015), coinciden al señalar el diseño de investigación como la estrategia adoptada por el investigador para responder el problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio.

De igual manera, este estudio se tipifica como transeccional, debido a que se miden las variables en un momento dado, tal como se presenta al instante de recolectar la información, que a juicio de Calderón y Alzamora (2010, p.76), considera que en este tipo de estudio sólo “se miden las características de uno o más grupos de unidades en un momento dado, sin pretender evaluar la evolución de esas unidades”. Esto significa que, resulta necesario tomar los datos en un tiempo exacto y en espacio previamente definido para considerar resultados objetivos en una línea histórica.

Según Bavaresco (2013, p. 95) sostiene que “la investigación no tiene significado sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado”. Por ello se implementó una encuesta al personal directivo y docente de organizaciones educativas de la región caribe, Colombia; relacionados con los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información. El instrumento se basó en una encuesta escala Likert conformado por cincuenta y un (51) preguntas; veinte y ocho (28) miden la primera variable y veinte y tres (23) miden la segunda. El instrumento está enmarcado en cinco (5) alternativas de respuesta clasificadas como: Siempre (5), Casi Siempre (4), A Veces (3), Casi Nunca (2), Nunca (1).

La validez se realizó a través del juicio de 5 expertos. La confiabilidad se calculó a través del Coeficiente Alfa de Cronbach, aplicando el instrumento a una prueba piloto, conformada por 16 profesionales entre directivos y docentes  $r_{tt} = 0,88$  = para la variable factores determinantes del recurso humano,  $r_{tt} = 0,91$ = para la variable Gestión de la Seguridad de Información, para ambos casos alta confiabilidad.

	PRIMERA UNIVERSIDAD						
n=40 indicadores	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA					Media	Desv. Estandar
	S	CS	AV	CN	N		
Competencias administrativas	67,5 (Fa=27)	2,50 (fa=1)	5,00 (fa=1)	25,00 (fa=10)	0	2,50	0,50
factor Humano	85,00 (fa=34)	2,50 (fa=1)	2,50 (fa=1)	10,00 (fa=4)	2	1,85	0,73
promedio general	<b>76,25</b>	2,50	3,75	17,50	0	<b>2,17</b>	<b>0,61</b>

Tabla 1: Factores determinantes del recurso humano en gestión de seguridad de la Información.

Contrariamente en las otras dos (2) Universidades, los resultados evidencian que es deficiente la puesta en práctica de los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información, ya que las competencias administrativas y el factor humano en la gestión de seguridad de la información Casi Nunca (CN) se desarrolla.

Para esta segunda Universidad el promedio registró 45,00% en la alternativa Casi Nunca, lo cual según baremo traduce que en esta casa de estudios superiores es deficiente la puesta en práctica de las competencias administrativas y el factor humano en la gestión de seguridad de la información.

Seguidamente, el promedio de la media apuntó 3,57; con un promedio de la desviación estándar de 1,46 en donde se observa según tabla (2) que la desviación estándar registró 1,16 en el indicador competencias administrativas y 1,76 en el indicador factor humano en la gestión de seguridad de la información; evidenciándose que estos puntajes están por debajo del promedio de la media aritmética, lo que significa que esta muestra abordada está muy compacta alrededor de la media y que los referidos indicadores tienen un comportamiento con la misma tendencia.

En este orden de ideas, el indicador competencias administrativas registró 10,00% (fa=3) en la opción Siempre (S); 3,33% (fa=1) en la categoría Casi Siempre (CS); 26,66% (fa=8) en la alternativa A Veces (AV); 60,00% (fa=18) en la opción Casi Nunca (CN) y 0,00% (fa=0) en la opción Nunca (N); que en el baremo traduce excelente, efectivo, Ni efectivo ni deficiente, deficiente y pésimo, equitativamente.

Mientras el indicador factor humano en la gestión de seguridad de la información, reportó coincidencialmente 3,33% (fa=1) en las alternativas Siempre (S)

y Casi Siempre (CS) respectivamente; 56,66% (fa=17) en la alternativa A Veces (AV); 30,00% (fa=9) en la opción Casi Nunca (CN) y solo 6,66% (fa=2) en la alternativa Nunca (N); lo que se traduce en el baremo de manera equitativa a excelente, efectiva, Ni efectivo ni deficiente, deficiente y pésimo. A continuación se presenta la tabla (2) con los resultados de la segunda Universidad.

SEGUNDA UNIVERSIDAD							
n=30	Alternativas de respuesta					Media	Desv. Estándar
Indicadores	S	CS	AV	CN	N		
Competencias administrativas	10,00 (fa=3)	3,33 (fa=1)	26,66 (fa=8)	60,00 (fa=18)	0	4,10	1,16
Factor humano	3,33 (fa=1)	3,33 (fa=1)	56,66 (fa=17)	30,00 (fa=9)	6,66 (fa=2)	3,05	1,76
Promedio general	6,66	3,33	41,66	45,00	3,33	3,57	1,46

Tabla 2: Factores determinantes del recurso humano en gestión de seguridad de la Información.

En cuanto a la tercera Universidad, el promedio general de esta dimensión se reportó en la alternativa Casi Nunca (CN) con el 49,99% indicando según el baremo que es deficiente la puesta en práctica de las competencias administrativas y el factor humano en la gestión de seguridad de la información; en esta casa de estudios superiores. No obstante, el promedio de la media apunto 3,45 con un promedio de la desviación estándar de 1,48 en donde se observa según tabla (3) que la desviación estándar registró 1,56 en el indicador competencias administrativas y 1,42 en el indicador factor humano en la gestión de seguridad de la información; evidenciándose que estos puntajes están por debajo del promedio de la media aritmética, lo que significa que esta muestra abordada está muy compacta alrededor de la media y que los referidos indicadores tienen un comportamiento con la misma tendencia.

En este orden de ideas, se registró en el indicador competencias administrativas 10,71% (fa=3) en la opción Siempre (S); 7,14% (fa=2) en las categorías Casi Siempre (CS) y A Veces (AV); 46,42 % (fa=13) en la alternativa Casi Nunca (CN); 28,57% (fa=8) en la opción Nunca (N) que en el baremo traduce excelente, efectiva, Ni efectivo ni deficiente, deficiente y pésimo, equitativamente.

Mientras el indicador factor humano en la gestión de seguridad de la información, reportó 3,57% (fa=1) en la alternativa Siempre (S); 14,28 (fa=4) en la opción Casi Siempre (CS); 25,00 % (fa=7) en la categoría A Veces (AV); 53,57% (fa=15) en la opción Casi Nunca (CN) y sólo 3,57% (fa=1) en la opción Nunca (N); lo que se traduce en el baremo de manera equitativa a excelente, efectiva, Ni efectivo ni deficiente, deficiente y pésimo. A continuación se presenta la tabla (3) con los resultados de la tercera Universidad.

TERCERA UNIVERSIDAD							
INDICADORES	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA					Media	Desv. Estándar
	S	CS	AV	CN	N		
Competencias Administrativas	10,71 (fa=3)	7,14 (fa=2)	7,14 (fa=6)	46,42 (fa=13)	28,57 (fa=8)	3,60	1,56
Factor humano	3,57 (fa=1)	14,28 (fa=4)	25,00 (fa=7)	53,57 (fa=15)	3,57 (fa=1)	3,30	1,14
Promedio general	7,14	10,71	16,71	49,99	16,06	3,45	1,48

Tabla 3: Factores determinantes del recurso humano en gestión de seguridad de la Información.

## Discusión de resultados

El análisis de los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información, en sus indicadores: competencias administrativas y factor humano en la gestión de seguridad de la información; reveló que una (1) de las dos (2) universidades siempre toma en cuenta los factores determinantes del recurso humano en gestión de seguridad de la información, por lo cual es excelente la puesta en práctica de las Competencias administrativas y factor humano en la gestión de seguridad de la información.

Por tanto, coincide con los planteamientos de Domínguez (2008), cuando propone que la estrategia del recurso humano debe enmarcarse dentro de la estrategia global. Esto permitirá articular el plan estratégico a los planes de acción gestionados por cada departamento. Es decir, al planificar estratégicamente se contribuye a direccionar decisiones y acciones destinadas a formar la naturaleza y la dirección de las actividades de una organización. Chaves y Torres (2012) plantean que las

organizaciones inteligentes cambian la perspectiva del líder, pasando de un modelo individualista y sistemático a un enfoque de aprendizaje colectivo que desarrolle las habilidades para enfrentar el entorno de manera participativa. Lo que implica consolidar capacidades de aprendizaje que involucren la gestión por competencia, desde el saber sistémico, emocional, axiológico, social, prospectivo, específico, general, lingüístico, intrapersonal e interpersonal.

Planificar en una organización inteligente supone desarrollar procesos para fortalecer una cultura de aprendizaje, promover la transferencia tecnológica, dirección estratégica, liderazgo transaccional y democrático. Para esta casa de estudio es fundamental las competencias del recurso humano y la planeación estratégica desde el componente administrativo en pro de avanzar en temas de formación, sensibilización y transferencia de conocimiento.

Además, coincide con Boyatzis (como se cita en Rábago, 2010) las competencias son características subyacentes en una persona, que están causalmente relacionadas con una actuación exitosa en un puesto de trabajo. Formar al recurso humano conlleva fortalecer sus competencias en el tratamiento de la información y la infraestructura tecnológica, es una tarea indispensable, entendiendo que el usuario es el eslabón más débil de la cadena de valor en la seguridad de la información. Para resumir, en esta casa de estudio se comprende el valor de las partes interesadas externas e internas. Asimismo reconocen el riesgo que enfrenta el tratamiento inadecuado de la información.

Por otra lado, coincide con los postulados de Gómez y Fernández (2015) al comprender la gestión de la seguridad como un conjunto de procesos que permiten establecer, implementar, mantener y mejorar de manera continua la seguridad de la información. De este modo, facilita la formulación de objetivos explícitos, tomando como base los riesgos a los que se enfrenta la organización. Lo que conlleva para esta casa de estudio, la implementación de un modelo de gestión en seguridad de la información, que priorice en la exploración de las necesidades, para contribuir a un diagnóstico coherente al contexto y escenario organizacional.

De la misma manera, los resultados encontrados en esta Universidad resume los avances positivos en la adopción del estándar ISO 27001:2013 donde se trabaja la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI). Además consideran que su implementación se constituye en una ventaja estratégica para la organización. Asimismo, asegura que el diseño e implementación del SGSI está influenciado por necesidades, objetivos de seguridad, procedimientos, políticas que protegen a las partes interesada. Para concluir se observa que esta casa de estudio

coloca en práctica la implementación de un sistema o modelo en seguridad de la información.

Por otra parte, en las otras dos (2) Universidades, los resultados evidencian que en estas casas de estudios superiores es deficiente la puesta en práctica de los factores determinantes del recurso humano en la gestión de la seguridad de la información; ya que las competencias administrativas y el factor humano en la gestión casi nunca se desarrollan.

En este contexto, los resultados de las dos (2) Universidades contradice los postulados de Chiavenato (2014), quien afirma que las competencias administrativas se refieren a las competencias que un líder posee cuando tiene que conseguir los fines y objetivos de una organización. No perseguir los objetivos de una organización implica, no generar procesos de planificación, no definir la organización del trabajo, disgregar las tareas y desarticular la coordinación de las actividades. Al respecto, Naranjo y González (2012) enfatizan que los profesionales líderes del Caribe colombiano tienen claro un perfil de liderazgo relacional, usan en mayor proporción la comunicación oral, se caracterizan más por escuchar y observar, se comportan como líderes reactivos, muy ocupados, con alto nivel de estrés. Lo anterior, permite concluir que los líderes de estas organizaciones presentan dificultades para perseguir los objetivos globales en materia de gestión de seguridad de la información, producto del exceso de trabajo.

Estas dos Universidades, contradice la óptica de Domínguez (2008) quien sostiene que el recurso humano en la gestión tiene una importancia significativa, toda vez, que integre y movilice de manera óptima los objetivos de la organización. Por ello, es fundamental generar procesos que contribuyan a motivar el recurso humano como componente activo e integrador, formado para construir desarrollo sostenible y competitivo. En este orden de ideas, se determina que los resultados encontrados en estas dos casa de estudio no reconocen el valor representativo del recurso humano en los procesos de gestión.

De tal modo que tampoco coinciden con las deducciones encontradas en la investigación de Oliveros (2013), quien realizó el estudio titulado: Gestión de la seguridad de información y capacitación en Bibliotecas de Universidades Públicas Autónomas, en el Doctorado de Ciencias Gerenciales de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín debido a que se concluyó que la gestión de la seguridad de información en las universidades estudiadas es eficiente, en la construcción de procesos de sensibilización, garantizando los principios básicos de seguridad. Antecedente que permite deducir un trabajo articulado de la gerencia entorno a una cultura de

aprendizaje como factor determinante que involucre la participación activa del recurso humano. Por otro lado, no se evidencia un avance para las dos (2) casa de estudio en materia de planeación estratégica en pro de avanzar en temas de formación, sensibilización y transferencia de conocimiento en seguridad de la información.

En este sentido los factores determinantes del recurso humano en la gestión de seguridad de la información se consolidan en un conjunto de procedimientos, funciones y acciones indispensable en toda organización. Parte del factor humano como eje central y vital de la organización, permite generar una cultura aprendizaje entorno a lo social y gerencial. Se articula a los esquemas mentales, provocando la sinergia del equipo ante una visión clara de los objetivos y actividades necesarios para que una organización evolucione hacia la ruta del crecimiento sostenible, fortalecida en la seguridad de su información. Para ello se requiere una nueva visión del liderazgo; los líderes en estas organizaciones son responsables de construir escenarios donde la gente expande continuamente su aptitud para comprender la complejidad, clarificar la visión y mejorar los modelos mentales compartidos, es decir, son responsables de aprender (Senge, 2006:419).

Por otra parte Min-Huei (como se cita en Domínguez, 2008, p. 98) habla de cinco factores determinantes en la gestión del recurso humano que influyen en el funcionamiento de los procesos administrativos en la organización, estos son: “los procedimientos de motivación, estilos de dirección, cultura y ambiente de la organización, sistema de trabajo y las políticas de los recursos humanos”. Cada factor surgen como un conjunto de decisiones sobre las relaciones entre la organización con su ambiente. Sin embargo, para alcanzar esta meta se debe romper con paradigmas tradicionales que compromete a la organización en una visión reduccionista de sus potencialidades.

Los resultados de la investigación factores determinantes del recurso humano en la gestión de la seguridad de la información permitieron establecer una propuesta de cultura de aprendizaje mediada por tecnologías de información y comunicación. Además integra como factores determinantes el factor humano, competencias administrativas y cultura de aprendizaje. La propuesta nace como una estrategia para hacer resaltar la importancia y los beneficios de la seguridad en el uso y tratamiento de la información.



## Propuesta

El objetivo de esta propuesta es sensibilizar al recurso humano en la gestión de la seguridad de la información a través de un MOOC como estrategia para consolidar una cultura de aprendizaje. Esta iniciativa propone generar valor agregado a la organización, direccionando estos procesos a la formación del recurso humano y la gestión de seguridad de la información. Según De la Garza et al. (2017) los empresarios requieren establecer estrategias necesarias a fin de poder lograr rentabilidad y crecimiento en sus organizaciones. En vista de las dificultades encontradas en las organizaciones se propone iniciar un curso con la siguiente temática: buenas prácticas en la seguridad de la información. Estrada (2014), considera que los escenarios virtuales están llamados a innovar la acción educativa. Lo que involucra partir de un componente tecnológico, pedagógico y semiótico.

Por consiguiente, el MOOC se focalizará hacia la construcción de contenido interactivo que estimule la generación de nuevo conocimiento entorno a la gestión de seguridad de la información. Estimulando la construcción de una cultura de aprendizaje propia de organizaciones inteligentes a través de recursos con estrategias que involucren el pensamiento lógico, auto-regulado, deductivo, inductivo, crítico, reflexivo, científico, investigativo, tecnológico, prospectivo e innovador. Que observe la organización como un sistema dinámico y cambiante.

Este escenario se convierte en un punto integrador dentro del ecosistema digital de aprendizaje, que permite la interacción, construcción y evaluación del conocimiento. Según Vitalaru y Rodríguez (2018) los MOOC suponen una modalidad más adaptada a las tendencias y necesidades de sus usuarios; lo que favorece el desarrollo autónomo con una alta flexibilidad en los tiempos.

En este orden de ideas, permite democratizar el conocimiento utilizando como medio de enseñanza una plataforma de código abierto basada en el entorno Open edX. El MOOC construido en esta plataforma desarrolla habilidades en gestión de seguridad de la información. Frente a este enfoque se concibe la información como un activo que genera valor agregado para la organización. El curso se compone de cuatro unidades distribuidas en 4 semanas. En este sentido se usa la metodología self-paced característica del trabajo independiente del estudiante. Cada unidad contiene recursos educativos digitales en diferentes formatos; texto, audio y vídeo. Asimismo aborda



actividades interactivas y cuestionarios. Este tipo de estrategia permite internacionalizar la organización educativa.

Coincide con lo planteado por Aguaded et al. (2013), la educación superior se está convirtiendo en una actividad global y la tendencia va a ir creciendo. En este sentido, la semiótica del diseño se fundamenta en un producto visual coherente, sencillo e intuitivo. El curso contiene: silabo, foro de bienvenida, video introductorio, ruta de conocimiento y espacio evaluativo. Cada unidad compone un 50% del contenido en formato video, un 30% de contenidos en formato texto y un 20% de ejercicios prácticos.

### **Descripción del curso**

Se aborda el tema de gestión en seguridad de la información a través de un recorrido reflexivo y práctico que comprende una breve introducción a la seguridad de la información, la seguridad informática, seguridad en datos personales y seguridad en la organización. La propuesta del MOOC nace de una recomendación presente en un trabajo de investigación doctoral titulada gestión de la seguridad de la información y estrategia tecnológica en las Instituciones de Educación Superior de la Región Caribe, Colombia. Este curso busca generar competencias básicas en el tratamiento de la información. Observando este recurso como un activo que se debe proteger y custodiar, tanto en el contexto organizacional como en el contexto personal y social. Para finalizar el estudiante comprende riesgos, amenazas y vulnerabilidades más comunes que afectan la sociedad del siglo XXI.

### **Justificación del curso**

La propuesta del MOOC nace de la necesidad de crear una cultura de aprendizaje que integre al empleado en temas básicos relacionados con la seguridad de la información. La cultura de aprendizaje en el siglo XXI se convierte en una estrategia de cambio toda vez que el conocimiento adquirido se consolide como una ventaja competitiva, capaz de convertirse en un factor determinante del recurso humano. La organización que aprende tienen la facilidad de trascender en el liderazgo, cambiar su estructura, generar conocimiento, competir y avanzar hacia el éxito. Por lo anterior la tarea consiste en motivar el aprendizaje, sensibilizando y formando a todos los niveles de la organización.

## Propósito general del curso

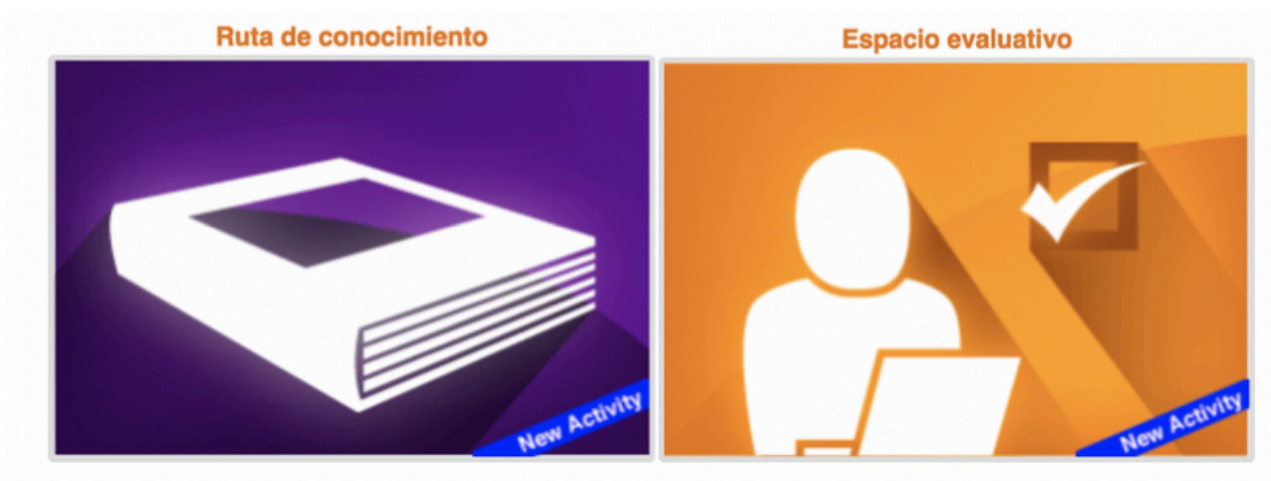
Al finalizar el curso, el estudiante reconocerá los principios básicos de seguridad de la información; confidencialidad, integridad, disponibilidad, fiabilidad, autenticación y no repudio. Identificará Amenazas, riesgos y vulnerabilidades que afectan la seguridad de la información. Reconocerá los riesgos y tendencias en internet como el robo de identidad, grooming, sexting, ciberextorsión, ciberacoso y ciberdependencia. Entiende que existen vulnerabilidades informáticas que afectan a la organización, como malware, phishing, XSS, SQL Injection, Ingeniería social y suplantación de identidad.

Para organizar y contrarrestar las amenazas se abordará la implementación de un modelo de gestión en seguridad de la información.

## Competencia general del curso

Comprender la gestión de seguridad de la información como el componente que permite organizar y planificar controles de seguridad para contrarrestar riesgos, amenazas y vulnerabilidades en el tratamiento de la información.

## Escenario de aprendizaje



*Iconos que conforman el escenario del entorno virtual de aprendizaje.*

El Escenario de aprendizaje está formado por la sección Ruta de conocimiento. Este es el espacio donde el estudiante encontrará los contenidos de estudio que le permitirán desarrollar las actividades propuestas en el Espacio evaluativo. Esta misma sección contiene objetos virtuales de aprendizaje y recursos educativos digitales en

diferentes formatos (texto, audio y video). De esta manera se convierte en insumo de apoyo que busca intertextualizar la temática con las actividades propuestas.

Por otra parte el espacio evaluativo contiene las actividades individuales del curso. En esta sección se valora el conocimiento adquirido a través de la Ruta de Conocimiento. El buen desarrollo de estas actividades define si el estudiante alcanza las competencias necesarias para aprobar el curso. Para medir este proceso de evaluación se requiere de los siguientes insumos: guía de actividades y rúbrica de evaluación.

**Guía de actividades:** Es el instructivo que describe paso a paso las acciones que un estudiante debe realizar para lograr la apropiación de un contenido, las acciones se presentan en orden cronológico, y van de lo simple a lo complejo, deben guardar coherencia con la estrategia de aprendizaje definida en el curso. La guía de actividades se organiza por unidad e internamente por fases según la cantidad de acciones o actividades a desarrollar.

**Rúbrica de evaluación:** Son instrumentos de orientación, seguimiento y valoración del proceso de aprendizaje del estudiante; permite relacionar criterios de evaluación, niveles de desempeño y descriptores. La rúbrica de evaluación se enlaza desde el sílabo.

En efecto, Open edX posee un componente de evaluación que posee la función de crear rúbrica y medir el cumplimiento de los objetivos.

A continuación se listan y detallan las actividades con las que se valorará el progreso de los estudiantes en el MOOC. El entorno virtual de aprendizaje presenta las siguientes actividades.

1. Ejercicios prácticos
2. Cuestionario

Los ejercicios prácticos están diseñados en H5P, logrando una interfaz agradable, intuitiva y gamificada. Esta actividad se valorará cumpliendo con los parámetros expuestos en la guía de actividades y los criterios en la rúbrica de evaluación. De este modo, H5P ofrece las siguientes herramientas: memory game,

drag and drop, image pairing, image sequencing, guess the answer e interactive video entre otras herramientas que permiten realizar una autoevaluación del aprendizaje.

Por otra parte el Cuestionario es una actividad evaluativa que centra su atención en los contenidos ubicados en la Ruta de conocimiento. Por lo tanto el estudiante recorre todo el contenido de una unidad para poder abordar esta actividad. Se presenta un tiempo en minutos o en horas para ser desarrollada.

- Toda pregunta inicia con un enunciado, el estudiante interpreta y da respuesta a la pregunta según la interpretación desarrollado en la ruta de conocimiento.
- En esta actividad se presentan preguntas tipo; única respuesta, múltiples respuestas, falso y verdadero, emparejamiento y tipo ensayo.
- El cuestionario puede abordar la profundización de un tema, evaluar los conocimientos adquiridos o interpretación crítica del estudiante.
- Es una actividad alternativa, dependiendo la necesidad del docente se implementa en el curso.
- La forma de calificación es automática.
- El cuestionario permanecerá abierto durante el desarrollo del curso.

Para concluir un entorno virtual de aprendizaje es según González, Costanza & Mortigo (2017) un escenario de transformación social y cultural. Este permite construir nuevos conocimiento a través del desarrollo autónomo del estudiante. Asimismo permite acceder a escenarios colaborativos de construcción conjunta. La finalidad de este curso es que el estudiante alcance las competencias básica en gestión de seguridad de la información, apoyándose de los recursos y actividades disponibles en el entorno virtual de aprendizaje. Como lo plantea Gómez (2014) la gestión de seguridad de la información es una herramienta de que dispone la dirección de una organización para llevar a cabo las políticas con sus objetivos de seguridad, protegiendo de este modo los recursos tecnológicos, los activos de información y los procesos de negocio. Ahora bien, al resguardar la información se está en la capacidad de producir, recepcionar e interpretar la información de una forma segura y confiable.

## **Conclusiones**

Para sensibilizar al recurso humano en la gestión de seguridad de la información es imprescindible construir competencias administrativas y estimular el factor humano en gestión de seguridad de la información. Por ello la importancia de construir una cultura de aprendizaje entorno a la seguridad de la información mediada por tecnologías. En efecto estos procesos de enseñanza aprendizaje involucran la participación de líderes que articulen al recurso humano con la seguridad de la información. En este sentido apoyarse de factores determinantes como motivación, estilo de dirección, clima de la organización, políticas del recurso humano, estrategia y didáctica del trabajo en equipo; permite avanzar en la definición de una organización más sólida.

Por otra parte el recurso humano requiere líderes democráticos, transformacional, dinámico e innovador frente a la globalización, que puedan generar cambios que aporten a toda la organización. En este sentido al hacer parte de un mercado cambiante, el sensibilizar al recurso humano es prepararlo para estimular sus saberes, habilidades interpersonales, visión prospectiva, desarrollo de metas comunes, motivación y trabajo en equipo.

El recurso humano necesita identificarse con una identidad organizacional que integre como factor determinante la cultura aprendizaje. Según Consta (2017) la identidad organizacional es el modo de ser y hacer de la organización a través de la visión, la misión y los valores que guían sus decisiones y su conducta. En este sentido construir una cultura de aprendizaje implica identificarse con nuevos modelos de enseñanza apoyados por las tecnologías de la información y la comunicación. En este orden de ideas la información y el conocimiento se transforman en activos intangibles de gran valor para el desarrollo sostenible de la organización. De este modo la gestión de seguridad de la información cobra importancia para la protección del futuro organizacional. Asimismo se asume el proceso de sensibilizar al recurso humano como un enfoque centrado en la enseñanza y el aprendizaje colectivo, transversal a todos los procesos de la organización.

Seguidamente en las organizaciones estudiadas, requieren de la implementación de planeación estratégicos. Ello implica atender metas comunes y el trabajo de equipos articulados en pro de desarrollar acciones encaminadas a alcanzar los objetivos trazados. En este sentido la implementación de un modelo de seguridad de

la información en las organizaciones estudiadas debe fortalecerse con el apoyo de grupos interdisciplinarios y el respaldo de la alta dirección. Es fundamental en este proceso idear políticas en seguridad de la información que integre al recurso humano con las líneas de acción del plan estratégico organizacional, de esta manera contribuye a formar una organización más segura y confiable.

### **Agradecimiento**

Aprovecho este espacio para agradecer a la doctora Cruz Barreto, al ingeniero José Mauricio Sánchez y al filósofo Bryan Arrieta por el trabajo y esfuerzo dedicado en esta significativa labor de investigación.

### **Referencias**

Aguaded, J. I., Vázquez-Cano, E. & Sevillano, M. (2013). MOOCs, ¿turbocapitalismo de redes o altruismo educativo? En “SCOPEO INFORME Num. 2: MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro” (pp. 74–90). Salamanca: Universidad de Salamanca Servicio de Innovación y Producción Digital. Recuperado de: <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/06/scopeoi002.pdf>

Amozorrutia, J. (2011). Las Organizaciones Inteligentes son las que aprenden: una de las principales vías para lograr la sustentabilidad. Great Place to Work. México. Recuperado de: <http://gptwmx2.nonprofitsoapbox.com/publicaciones-y-eventos/publicaciones/740-las-organizaciones-inteligentes-son-las-que-aprenden-una-de-las-principales-vias-para-lograr-la-sustentabilidad>

Bassi, J. (2015). Formulación de proyectos de tesis en Ciencias Sociales. Manual de supervivencia para estudiantes de pre y post grado. Editorial El Buen Aire. Chile.

Batista y Estupiñán (2018) Gestión empresarial y posmodernidad. Pons publishing house. Ablibitum SA. Bruxelles.

Bavaresco, A. (2013). Proceso Metodológico en la Investigación (Cómo hacer un Diseño de Investigación). 6th ed. Maracaibo (Venezuela): Imprenta internacional, CA.

Calder, A. (2017). Nueve pasos para el éxito: Una visión de conjunto para la aplicación de la ISO 27001:2013. IT Governance Publishing. Reino Unido.

Calderón, J. & Alzamorra, L. (2010). Investigación Científica Para la Tesis de Postgrado. LULU International. North Carolina.

Chaves, N. & Torres, G. (2012). organización inteligente en un ambiente de aprendizaje: una exploración de sus aspectos generales. AD-minister, 21, 101-115.



Costa, J. (2011). Construcción y gestión de la seguridad de información de la marca: Modelo MasterBrand. En: Revista Luciérnaga, Grupo de Investigación en Comunicación, Facultad de Comunicación Audiovisual, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid Año 4, N. 8. ISSN 2027-1557. Págs. 20-25. Medellín – Colombia.

Chiavenato, I. (2014). Introducción a la teoría general de la administración. Octava edición, McGraw-hill. México.

Chiavenato, I. (2017). Comportamiento organizacional. (3a. ed.) McGraw-Hill Interamericana. Página 219.

Chiavenato, I. (2009). Gestión del Talento Humano. En I. Chiavenato, Gestión del Talento Humano. México, D.F.: McGraw/Interamericana Editores S.A., 10.

De la Garza, M.; Zavala, M.; López, J. (2017). Competencias del emprendedor y su impacto organizacional. Universidad & Empresa, 19(33), p.53.

Domínguez, M. (2008). Factores determinantes en la gestión de recursos humanos en empresas de servicios que incorporan de manera sistemática nuevas tecnologías. Pensamiento y gestión, Universidad del Norte, 24, pp. 88-131.

Espinoza, B., Apolo Solano, X., Morocho Ulloa, M., Zambrano Salazar, N. & González Ordoñez, A. (2017). Planificación estratégica para la empresa Lollipop, ubicada en la ciudad Machala, provincia El Oro, Ecuador. Gestión Ingenio Y Sociedad, 2(2), 128-139. Recuperado de <http://gis.unicafam.edu.co/index.php/gis/article/view/55>

Estrada, R. (2014). Blended-Learning afectivo y las herramientas interactivas de la Web 3.0: Una revisión sistemática de la literatura. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento, 1(14), 1-21.

Formichella (2015). Responsabilidad Social Corporativa: Teoría y Práctica. Editorial ESIC. Madrid

Gómez, A (2014). Enciclopedia de la Seguridad Informática. 2ª edición. RA-MA, S.A. Editorial y Publicaciones, Madrid, España.

Gómez, L; Fernández, P (2015). Cómo implantar un SGSI según UNE-ISO/IEC 27001:2014 y su aplicación en el Esquema Nacional de Seguridad. AENOR. España.

González, Costanza y Mortigo (2017) Incidencia de los entornos virtuales de aprendizaje en la calidad de la educación superior, desde el contexto colombiano. Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía.

Hernández, Fernández y Baptista (2014). Metodología de la Investigación. Séptima Edición, México: McGraw Hill.

Henríquez, G., Vallaey, F. & Garzón, M.(2018). El aprendizaje organizacional como herramienta para la universidad que aprende a ser responsable socialmente. *Pensamiento Americano*, 11(20), 116-140. <http://dx.doi.org/10.21803%-2Fpenamer.11.20.499>

Humphrey, E (2016). *Implementing the ISO/IEC 27001:2013 ISMS Standard*. Second edition, ARTECH HOUSE. London.

Hurtado, J. (2015). *El proyecto de investigación comprensión holística de la metodología y la investigación*. Octava edición, Ediciones Quirón. Caracas.

International Standard ISO / IEC 27001 (2013).<https://www.iso.org/isoiec-27001-information-security.htm>. Consulta en línea 27/02/2018

Jara, H. & Pacheco, F. (2012). *Ethical Hacking 2.0*. RedUsers. Buenos Aires, Argentina.

Marín, M; Pérez, A; Aranguibel, Y. (2012). Habilidades interpersonales de la comunicación y responsabilidad social en organizaciones educativas, *Multiciencias*, 12, 221-227.

Meza, L. (2015). paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento. *Revista Virtual, Matemática Educación e Internet*. Recuperado de: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/matematica/article/viewFile/2296/2087>

Naranjo y González (2012) Habilidades gerenciales del líder en las medianas empresas de la región caribe colombiana. *Revista TEACS*, 10, 25-36.

Oliveros, J. (2013). *Gestión de la seguridad de información y capacitación en Bibliotecas de Universidades Públicas Autónomas*. Doctorado de Ciencias Gerenciales. Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín. Maracaibo, Venezuela.

Rábago, E. (2010). *Gestión por competencias un enfoque para mejorar el rendimiento personal y empresarial*. Netbiblo S.L. España.

SENGE, Peter (2006). *La quinta Disciplina: cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Granica. Barcelona, España. Edición electrónica

Sepehri, M. (2014). A New Perspective to Information Security: Total Quality Information Security Management. In *Proceedings of the 7th International Conference on Security of Information and Networks* (pp. 56-60). Glasgow, Scotland: ACM. Recuperado de: <http://doi.acm.org/10.1145/2659651.2659666>

Tejada, Gimenez, Gan, Viladot, Fandos, Gonzalez y Jimenez (2007) *Formación de formadores, Tomo 2. Escenario institucional*. Thomson Editores Spain. Parainfo, S.A. Madrid España



Vitalaru, B. & Rodríguez, L. (2018). Educación abierta y enseñanza de la traducción a través de cursos MOOC de España y del Reino Unido: análisis comparativo. *FITISPos International Journal*, 5(1), 83-113.

Wei Chun (1999) *La organización inteligente*. Oxford University Press, Inc. Castillo Hnos. S.A. de C.V. México

## CAPÍTULO 7

---

# APROVECHAMIENTO DE LA LUZ NATURAL EN ESPACIOS EDUCATIVOS BASADOS EN EL APRENDIZAJE ACTIVO.

*Andrea Ávila Zamora, Natalia Murillo-Quirós, Issabeau Álvarez Grijalba*

Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC)

Costa Rica

### Sobre los autores

**Issabeau Álvarez Grijalba:** Bachiller en Arquitectura. Estudiante Avanzada de Licenciatura en Arquitectura, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Se encuentra vinculada a la comisión de estudiantes del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Desarrolla trabajos independientes para diferentes firmas de arquitectura de Costa Rica.

**Correspondencia:** [ialvarez@estiantec.cr](mailto:ialvarez@estiantec.cr)

**Andrea Ávila Zamora:** Doctora en Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España. Docente e Investigadora de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2007 a la fecha. Propietaria de Ávila Arquitectura, 2017 a la fecha.

**Correspondencia:** [aavila@itcr.ac.cr](mailto:aavila@itcr.ac.cr)

## **Natalia Murillo Quirós:**

Máster en Física de la Universidad de Costa Rica. Docente e investigadora de la Escuela de Física del Instituto Tecnológico de Costa Rica desde el 2004. Profesora catedrática. Correspondencia: [nmurillo@itcr.ac.cr](mailto:nmurillo@itcr.ac.cr)

## **Resumen**

El modelo educativo ha cambiado y con él la forma tradicional de impartir lecciones. Actualmente se proponen metodologías de aprendizaje activo que fomentan el trabajo grupal de los estudiantes. En este esquema de trabajo dentro del aula, el espacio arquitectónico toma protagonismo transformándose en un sitio donde el estudiante interactúa con sus compañeros, la tecnología le permite mantener una flexibilidad inexistente en el pasado y las condiciones ambientales del espacio deben ser favorables en todo su alrededor. Sin embargo la forma arquitectónica del aula parece haberse estancado con el tiempo, manteniendo una configuración donde la pizarra es el punto focal del espacio. Así, surgió el cuestionamiento de cómo lograr mejores condiciones luminosas en los espacios educativos, en el clima tropical de Costa Rica. Para el presente estudio se realizaron mediciones directas de iluminación en aulas en las que actualmente se imparten clases y se compararon con modelos computacionales de las mismas, los cuales concluyeron que la iluminación en estos espacios es insuficiente para el confort visual de sus usuarios. Buscando a futuro, como medida correccional se propone el uso de bandejas de luz con el fin de redistribuir la iluminación dentro del espacio y mejorar la experiencia de estudiantes y docentes que lo utilizan.

**Palabras Claves:** bandejas de luz, diseño arquitectónico iluminación, , aprendizaje activo, luz del sol.

## ***Use of natural light in educational spaces based on active learning.***

## **Abstract**

The educational model has changed and with it the traditional way of teaching. Nowadays are proposed active learning methodologies that encourage group work by students. In this scheme of work within the classroom, architectural space takes a spot light by transforming itself into a place where the student interacts with his / her

peers, technology allows them to maintain a new flexibility and the environmental conditions of the space must be favorable in the whole teaching space. However, the architectural form of the classroom seems to have arrested over time, maintaining a configuration where the blackboard is the focal point of the space. Thus, the question arose of how to achieve better lighting conditions in educational spaces, in the tropical climate of Costa Rica. For the present research it was made direct measurements of lighting in classrooms currently used to teach and were compared with computer models for the same classroom, it was concluded that the lighting in these spaces is not enough for the visual comfort of the users. Looking to the future, as a corrective measure, the use of light trays is proposed to redistribute the lighting within the space and improve the experience of students and teachers who use it.

**Keywords:** lightshelf, architectural design, illumination, , active learning, sun light .

## **Introducción**

En la última década ha surgido un fenómeno latinoamericano interesante que se enfoca hacia una renovación de los métodos de enseñanza cada vez menos tradicionales y formales y en su lugar, se ha apostado por metodologías de enseñanza activas que resultan ser más dinámicas y participativas dentro y fuera del espacio del aula pues se han mostrado más efectivas en términos del aprendizaje (Vegas & Petrow, 2007).

Cualquier profesor que enseña disciplinas asociadas a las ciencias, matemáticas o tecnología conoce del miedo generalizado que producen, lo que comúnmente se traduce en mala actitud ante la materia por parte del estudiante y desmotivación para iniciar un esfuerzo real de estudio, este es un factor de especial preocupación en una institución educativa como el TEC donde se imparten carreras de corte tecnológico.

Ante este panorama una opción común es descargar completamente en los estudiantes la responsabilidad del fracaso y asociarla a la falta de interés, la indisciplina o malas bases de los cursos previos, sin embargo, existen estudios que asocian los métodos de enseñanza utilizados por un instructor a las razones a las que atribuyen lo que limita el aprendizaje de sus estudiantes. En general los profesores que usan métodos que se han probado como menos efectivos tienen mayor tendencia a pensar que las altas barreras de aprendizaje de sus estudiantes se deben a

deficiencias propias de los mismos (Wieman, 2016), fenómeno conocido como el “error fundamental de atribución” (Ross, 1977).

Vale la pena plantearse, entonces, la efectividad del método de enseñanza que actualmente usamos, que en el caso de los cursos en el TEC es primordialmente la clase magistral y valorar las alternativas modernas que están mediadas por las posibilidades tecnológicas actuales.

“Frente a estas nuevas demandas, cabe preguntarse: ¿cómo han cambiado en nuestras aulas las prácticas de enseñanza?, ¿Han evolucionado nuestras preconcepciones en torno cómo aprenden los estudiantes y qué debe hacer un buen docente?, ¿qué rol cumplen el docente y el estudiantes cuando el acceso a la información está a un clic de distancia?, ¿Cuál es el valor agregado de asistir a una clase en donde se presentan sólo síntesis de información?, ¿Qué nuevos tipos de aprendizajes son los que se deberían privilegiar en la actualidad?, ¿qué atributos deberían tener hoy los procesos de enseñanza y aprendizaje?, ¿cómo la diversidad enriquece la calidad de los aprendizajes de los estudiantes? “( (Jerez, Aprendizaje activo, diversidad e inclusión: Enfoque, metodologías y recomendaciones para su implementación. Santiago, Chile: Universidad de Chile., 2015)

En general no se propone la erradicación de la clase magistral, pues en muchos casos funciona, sino cuestionar su uso como el método utilizado por omisión y mostrar ejemplos de métodos que se muestran más efectivos y hasta más satisfactorios para el docente y los estudiantes. Este tipo de métodos han sido expuestos por autores como Luján-Mora (Luján-Mora, 2013) o por Frazier & Miller (Fraser, 2014), quienes además proponen cómo realizar investigación científica con estos, a través de la medición de diferentes indicadores que reflejan las diferencias en la comprensión de los estudiantes.

Según Erick Mazur, en la clase tradicional, totalmente magistral, el material frecuentemente se basa directamente en los libros de texto lo que da a los estudiantes poco incentivo para presentarse a clase, lo que se agrava si pensamos que la presentación será un monólogo pocas veces interrumpido por las preguntas de algunos estudiantes, que suelen ser los mismo y no les da miedo o vergüenza preguntar. Este ambiente hace difícil dar espacio al ejercicio del pensamiento crítico durante la clase y pocos estudiantes tiene la disciplina de hacerlo después clase (Mazur, 2011).

Lo anterior, inevitablemente ha venido a evolucionar la forma tradicional de abordar el diseño arquitectónico de los espacios destinados a la educación, específicamente las aulas, y como diseñadores de estos, nos hemos planteado nuevos

retos para lograr ofrecerle a los estudiantes y docentes, espacios arquitectónicos más confortables y que a su vez garanticen las mejores condiciones de confort ambiental, a nivel luminoso, acústico y de ergonomía (Monteoliva J. M., 2014), sin perder de vista las nuevas metodologías de enseñanza activa, que dinamizan y fomentan la innovación pedagógica en el espacio del aula. . “La Arquitectura escolar ha sido en ocasiones un tanto monumental. El aula es un espacio rígido de uso exclusivo y estático, con un centro de actividad: el tablero. Las circulaciones son grandes y su proporción es considerable. Las instalaciones físicas están de acuerdo con los métodos y sistemas tradicionales. Método y Arquitectura, siguen paralizados cada cual evitando la evolución del otro. Pero los dos conceptos deben de actualizarse para vivir mejor”. (Gómez & Villareal, 2004)

Investigadores previos indican que la interacción de la persona con su entorno como un sistema de enseñanza que facilita el desarrollo de la metodología activa porque:

- Permite la adquisición de aprendizajes haciendo uso intensivo de la información, los recursos físicos, la acción y la dependencia recíproca con los otros, desarrollando aptitudes e intereses.
- Toma en cuenta las fuentes de fácil acceso y considera los recursos físicos externos para la conservación de la información.
- Desarrolla una “inteligencia más apropiada”. Hace suyos los elementos que le ofrece el entorno.
- La persona logra un funcionamiento cognitivo más eficiente al utilizar los recursos que le brinda su entorno desde el punto de vista físico, social y simbólico para luego transformarlo.
- Da importancia a la colaboración y al trabajo en equipo. La persona piensa y recuerda socialmente intercambiando con otros, compartiendo información, puntos de vista e hipótesis.
- Desarrolla la capacidad de transferir aprendizajes. Aporta nueva información y posibilita la aplicación de nuevos conocimientos.
- Toma en cuenta los distintos tipos de inteligencia y estilos de aprendizaje.

Hemos visto como todo este dinamismo denominado una nueva reforma educativa, se abre al mundo poco a poco, rescatando algunas tradiciones e identidades propias de cada país que a su vez le dan un nuevo significado a lo que podríamos llamar el diseño de los espacios educativos del futuro.

Forman parte del diseño de estos nuevos espacios educativos el uso de las tecnologías de la información (Carneiro, Toscano, C., & Díaz, 2009), que han venido a

revolucionar no solo las tradicionales formas de enseñanza sino también el aprovechamiento al máximo del espacio arquitectónico, garantizando una flexibilidad educativa y una movilidad espacial totalmente contrarias a lo que se planteaba en los espacios educativos tradicionales.

Por su parte el modelo educativo ha venido abordando desde hace años las problemáticas de la educación permanente que aboga por que se produzcan cambios a nivel curricular, en los contenidos de los cursos y principalmente en la metodología utilizada para mejorar el aprendizaje. “La humanidad ha enfrentado durante siglos el problema de la estabilidad versus cambio. Algunos han afirmado que las cosas deben de seguir como están, mientras otros insisten en la importancia del cambio.” (Apps, 1983)

De esta misma forma, las condiciones ambientales y específicamente las condiciones luminosas dentro del aula deben no solamente dar soporte a la actividad visual propiamente de lectura y escritura que en ella se desarrolla sino que deben de apostar por minimizar la alta dependencia al uso de la iluminación artificial que existente en la mayoría de nuestras aulas (Monteoliva & Pattini, 2013) . “En el diseño de edificios escolares y específicamente en aulas, es de fundamental importancia considerar el diseño de los aventanamientos, ya que los mismos deben brindar niveles adecuados de iluminación natural en el interior, de manera tal de garantizar el confort visual a sus ocupantes, así como favorecer el ahorro de energía eléctrica en iluminación artificial. El confort visual tiene fundamental importancia al analizar los parámetros de confort en los ambientes.” (S.L Ledesma)

En el caso de Costa Rica, por su ubicación geográfica tan cerca del Ecuador, aproximadamente 10° al norte (Maps, 2019) goza de condiciones luminosas privilegiadas, que permiten disponer de buenos niveles de iluminación natural durante la mayor parte del día, lo cual justifica, que un buen diseño del espacio educativo, podría eventualmente llegar a eliminar del todo el uso de la iluminación artificial en ciertas franjas horarias durante el día. Uno de los principales problemas existentes es que al encontrarnos ubicados en la franja tropical del Planeta, el nivel de variabilidad de la cobertura nubosa es muy alto (Gómez & Fernández, 1996), lo cual también genera escenarios muy variables respecto a la cantidad y uniformidad de los niveles de iluminancia en el espacio lo que hace que la mayoría de los usuarios tengan una cierta dependencia al uso de la iluminación artificial inclusive en las horas diurnas.

La cercanía al Ecuador tiene como repercusión que el sol esté prácticamente sobre la línea del cenit todo el año, generando altos niveles luminosos que presentan



un potencial a nivel de deslumbramiento en los espacios próximos a los vanos de las ventanas (Pattini, y otros, 2009), lo que representa el segundo problema que nos enfrentamos pues genera discomfort visual en los usuarios en sus espacios de trabajo (Gómez A. E., 1986).

La búsqueda por generar ahorros en los consumos energéticos no es un tema nuevo ni exclusivo de Costa Rica o de los países que se ubican en la franja tropical del Planeta. Es evidente que el panorama energético mundial y su uso racional, después de la crisis energética mundial de los años 70's (Becker, Seligman, Fazio, & Darley, 1981), ha fomentado la búsqueda por soluciones de aprovechamiento de las energías pasivas que contribuyan a minimizar el impacto medioambiental que genera el uso de otras fuentes de iluminación activas como lo es la iluminación artificial. Es así como a través de los años tanto a nivel de los países Europeos como en América, cada vez más se generan políticas de operación de los edificios, rigurosos protocolos a nivel de mantenimiento y hasta se le ha prestado especial atención al diseño arquitectónico de las envolventes de las edificaciones, con miras a disminuir los consumos energéticos (Baker & Steemers, 2003).

Creemos que el diseño de los espacios destinados para la educación, se deben de abordar de manera integral contemplando de una forma holística no solamente los requerimientos espaciales de los diferentes usuarios, docentes y alumnos, sino también integrando variables tan importantes como los nuevos métodos de enseñanza activa para que el espacio responda a las necesidades de este a nivel de infraestructura física y a nivel de la tecnología y conectividad que al fin de cuentas será el que garantice el éxito de las actividades que se desarrollen dentro del aula.

“El diseño que no contemple estas estrategias básicas conducirá al usuario al empleo de la iluminación artificial, con el consiguiente costo energético y, peor aún, en los casos que no se disponga de la misma, se forzarán la tarea visual, con las consiguientes consecuencias físicas en el individuo: fatiga, disminución en el rendimiento intelectual y en el aprendizaje, entre otras.” (Gonzalo, 2001)

Otro aspecto para considerar en el nuevo diseño de este tipo de espacios, son los materiales y acabados internos para lograr las mejores condiciones ambientales a nivel del espacio interno y finalmente el mobiliario consideramos que debe ser flexible, seguro, liviano y principalmente ergonómico de tal forma que apueste por la salud y bienestar de los ocupantes de estos espacios. “La luz natural influye no solamente en el rendimiento intelectual, aprendizaje, actitudes y juicios de valor, sino que también provoca impactos psicológicos. La iluminación natural, es un recurso vital para el bienestar dentro de la escuela, debiéndose diseñar de modo que, en ella

puedan realizarse las tareas de la manera más efectiva, en un contexto psicológico y físico adecuado” (Pattini & Kirschbaum).

A nivel latinoamericano se ha explorado el tema del aprovechamiento de la luz natural en espacios educativos (Monteoliva J. M., 2014) (Monteoliva & Pattini, 2013), sin embargo, todavía quedan muchos vacíos por completar especialmente para las zonas climáticas tropicales. Existe para Costa Rica (Cardellino, Soto, & Araneda, 2017) y para otras regiones tropicales del planeta, estudios previos que abordan el tema del manejo, aprovechamiento y control de la luz natural de manera general (Ochoa & Capeluto, 2006), pero no necesariamente ni de forma específica para su aprovechamiento y control en espacios educativos enfocados en las nuevas metodologías de enseñanza activas.

Con el fin de mejorar la situación de la iluminación sacando provecho a la luz natural esta investigación propone hacer uso de un dispositivo de control de luz conocido como bandeja de luz, que según la literatura son posiblemente los sistemas más sencillos de control de luz solar, son usualmente elementos planos, horizontales o inclinados colocados en algún punto de una ventana para controlar y redistribuir la luz que ingresa a un recinto, pueden ser internas, externas o ambas (Claros & Soler, 2002). “Las bandejas de luz son un dispositivo de uso común y efectivo para redireccionar la iluminación natural incidente en el cielo de una habitación. Así como mejora la penetración de la luz natural y a su vez reduce las ganancias de calor, las bandejas de luz contribuyen a reducir el deslumbramiento en las superficies de trabajo que se ubican cerca de la ventana.” (Edmonds, 2002). En la investigación que se presenta en este documento el análisis se realizará por medio de medidas directas de iluminación y modelos computacionales.

Otras investigaciones y publicaciones de libros y revistas del área de la arquitectura se enfocan en el diseño arquitectónico basado en variables como la densidad de estudiantes por metro cuadrado, y muchas veces toman en cuenta aspectos menos importantes, dejando de lado aspectos fundamentales para los estudiantes y docentes como la pedagogía y la búsqueda por lograr conseguir un ahorro energético. “La escuela nueva, no sólo transforma la forma de enseñar, sino que requiere nuevos espacios para facilitar la adquisición del conocimiento.” De esta forma, la arquitectura puede contribuir en la consolidación de los procesos educativos innovadores. (Avilés, 2011).

En el caso de nuestro país, uno de los mayores consumos energético es la electricidad (Soto, 2016), (Herrera-Murillo, 2018), básicamente por su versatilidad y modo práctico de uso, sin embargo, en nuestra lucha constante por ser un país más

verde y que busca estrategias a nivel de sostenibilidad medioambiental (Guerrero-Hernández & Morales-Brenes, 2012) es que este tipo de investigaciones cobran especial interés ya que de una u otra forma buscan la integración de los diferentes sistemas de las edificaciones y de los diferentes usuarios de los espacios educativos.

Los países en vías de desarrollo, como es el caso de Costa Rica, las nuevas tecnologías a nivel gestión y control de la energía lamentablemente no está al alcance de todas las personas, de ahí que la búsqueda por otro tipo de soluciones pasivas que minimicen los consumos energéticos son una solución más viable para una mayor parte o sector de la población.

El uso de las bandejas de luz, es una estrategia que ha sido utilizada en otros contextos climáticos y que ha favorecido básicamente el redireccionamiento de la luz natural al interior de las edificaciones, usualmente en latitudes mucho más altas donde la cantidad de horas de sol es mucho más limitada que en el trópico de Costa Rica y donde los inviernos son mucho más extensos y presentan condiciones climáticas extremas (Hoses, San Juan, Melchiori, & Viegas, 2002) (Arranz, 2014).

Además de las bandejas de luz se ha analizado la forma del techo de la habitación apartándonos de la típica forma plana para generar una mejor distribución de la luz por medio de la reflexión. “El impacto de las geometrías del techo en relación al rendimiento de la iluminación natural, se investigó utilizando experimentos de modelos físicos y simulaciones de luminosidad. Se evaluó el nivel de iluminación y la uniformidad de la distribución para un plano de trabajo en un espacio grande ubicado en el clima subtropical, regiones donde se requieren sistemas innovadores para el aprovechamiento de la iluminación natural y el sombreado. Se encontró que el rendimiento de la iluminación puede mejorarse cambiando la geometría del cielo.” (Freewan, 2008)

Sin embargo, nos hemos cuestionado si estos dispositivos, bandejas de luz y techo, pudieran funcionar no solamente para llevar la luz natural hasta los espacios más lejanos con respecto al vano de la ventana como suele ser utilizado en estas otras latitudes, sino que también podrían funcionar a su vez como elementos de control solar (PÉREZ, OTEIZA, & NEILA, 2012 ), los cuales son indispensables en las fachadas de las edificaciones de nuestra latitud tropical.

De esta forma, esta investigación pretende estudiar y analizar las condiciones espaciales en las aulas donde se desarrollen nuevas formas pedagógicas de enseñanza activas, analizar el comportamiento luminoso del uso de una bandeja de luz como elemento de control y re-direccionamiento de la luz natural al interior del espacio y finalmente estudiar las variaciones en las condiciones internas del aula como la forma

del cielo raso, los colores y hasta el material utilizado para su recubrimiento, con miras a mejorar la distribución el aprovechamiento de la luz natural de manera uniforme en todo el espacio arquitectónico.

### **Metodología:**

Para llevar a cabo esta investigación se planteó una metodología de trabajo basada en la teoría general de sistemas “Este enfoque sistémico, entendido como el proceso en que todos los factores contribuyen, directa o indirectamente a la optimización en la concepción del objetivo de la investigación.” (Ávila, 2010)

La investigación cuantitativa consiste en aquellos estudios cuyos datos pueden analizarse en términos de números, se basa en los planes originales y sus datos se analizan e interpretan con más prontitud. (Best y Kahn, 1989, pp.89-90) La investigación cuantitativa, como la expresión lo sugiere, incumbe a la recolección y al análisis de datos en forma numérica.

La investigación-acción es una forma de indagación autoreflexiva desarrollada por participantes en situaciones sociales (incluyendo las educacionales) con el objeto de mejorar la racionalidad y justicia de a) sus propias prácticas sociales o pedagógicas, b) su comprensión respecto de esas prácticas y c) las situaciones en las que se llevan a cabo. (Kemmis, 1988, p.42) La investigación acción es claramente un enfoque aplicado que también puede calificarse de experimental. Su diseño vincula estrechamente el proceso de investigación con su contexto, y se basa en la idea de que la investigación se emprende por un propósito práctico destinado al cambio. Se adecua, también, a la idea del proceso de investigación concebido como una actividad en espiral que atraviesa por ciclos repetidos que cambian en todo momento. (Blaxter, 2000)

La investigación previa y el análisis bibliográfico presentado en la introducción permitió esclarecer las hipótesis planteadas al inicio de la investigación, reformular los objetivos y establecer un norte acorde con las nuevas necesidades espaciales que demandan los nuevos espacios destinados a la educación.

### **Estudio de la iluminación de un aula.**

Se tomaron mediciones de iluminación en el aula, las cuales permitieron documentar las condiciones luminosas del aula y los problemas detectados actualmente a nivel de deslumbramiento y falta de uniformidad de la luz en el espacio arquitectónico.

Se midió la iluminación de forma directa en un aula del tercer piso en el Centro Académico del TEC, ubicado en San José, la capital de Costa Rica. El edificio de aulas, de reciente construcción tiene edificaciones contiguas, pero todas son más bajas de forma que nada obstaculiza la llegada de luz a sus ventanas. Dicho edificio cuenta con 3 niveles y uno de sótano. El aula elegida se encuentra en el segundo nivel, aproximadamente a 3.5 metros sobre el nivel del suelo y su ventana principal se encuentra orientada hacia el norte. El aula tiene una dimensión de 9 por 6 metros; en la pared de 6 metros se encuentra la única ventana, cuya orientación hacia el norte. La pared tiene un área aproximada de 21 m<sup>2</sup> y la ventana representa aproximadamente un tercio del área de esta. La medida exacta de la ventana es de 4 m de ancho por 1.7 m de alto.

Los datos se tomaron en el aula según una grilla que barría desde la primera fila de pupitres (los más cercanos a la pizarra) a la última fila (la contigua a la pared trasera) y de la ventana hacia la pared opuesta. Para la recolección de datos se utilizó un luxómetro y las mediciones fueron realizadas dos veces a la semana por un periodo de 4 meses aproximadamente a las 9:00 am, aproximadamente tres horas después de la salida del sol y hora en la que su presencia es plena. Los valores se promediaron y ese valor fue graficado.

El aula elegida forma parte de un bloque de recintos en los que actualmente se dan clases por lo que la información encontrada es útil para todas ellas.

Para realizar las mediciones sobre el nivel de admisibilidad de la luz natural, así como los niveles de iluminancia en las aulas, fueron tomadas en cuenta Normas Internacionales que dicta la Comisión Internacional de Iluminación, CIE (Comision Internationales de L`Eclairage, Francia) que establece los rangos de iluminación recomendados para cada tipo de espacio.

#### Análisis de iluminación con modelo computacional.

Con el fin comparar con los resultados de las mediciones directas y proponer soluciones para la mejora en la iluminación se espacios se procedió a trabajar con modelos computacionales, esto permitió realizar simulaciones digitales del aula real seleccionada, realizar variaciones respecto a la ubicación, materiales y forma de la bandeja propuesta, lo cual permitió obtener resultados preliminares que le sirvieron para validar el estado de la cuestión y el desarrollo de los objetivos de la presente investigación.

Para el análisis climático y seguimiento analítico de esta investigación se han elegido dos softwares, ambos pertenecientes a la compañía Autodesk: el primero de

modelado 3D “Revit” y el segundo de análisis climático “Ecotect Analysis”. Como ellos mismo describen en su página (Autodesk, 2018): “El software de análisis de diseño sostenible de “Ecotect Analysis” es una herramienta integral de diseño de edificios sostenibles de concepto a detalle. “Ecotect Analysis” ofrece una amplia gama de funciones de simulación y análisis de energía de edificios que pueden mejorar el rendimiento de edificios existentes y nuevos diseños de edificios”.

Para el modelado del aula se utilizaron los planos reales correspondientes al edificio descrito en la sección anterior.

En cuanto al programa de análisis climático, el programa permite incluir un modelo en 3D desde algún otro sistema de modelado, dicho modelo ingresa a Ecotect como una geometría básica a la que se le asignarán materiales según categorías de uso como: pared, piso, techos, particiones, ventanas, etc. A la geometría se le asignará materiales y a dichos materiales características específicas de color y reflectancia, el programa permite indicar otras características como transparencias. Para esta investigación, la principal característica que manipularemos es la reflectancia que tiene una escala de 0 a 0,85 en el programa. Para el análisis de iluminación, se creó una grilla en el modelo tridimensional a 0,71 m sobre el nivel de piso terminado. La grilla cubre toda el área del aula en celdas de 0,25 m por 0,25 m.

Para la información climática se utilizó un archivo generado por medio del software Meteonorm, el cual pertenece a la estación meteorológica ubicada en la provincia de San José Costa Rica.

Para esta investigación se modeló el aula en el Programa Revit de Autodesk. El aula conserva su orientación real de norte a sur y su ubicación respecto a la altura, ya que se encuentra en un segundo nivel.

A nivel interno del espacio del aula se consideraron las superficies del cielo y las paredes como elementos clave a la hora de diseñar en el trópico, ya que son las superficies que reciben la mayor cantidad de radiación solar, al ser las superficies que se encuentran la mayor cantidad de horas diurnas expuestas de manera directa a la incidencia del Sol. Se dice que estas superficies de cielo raso interno y paredes, se vuelven claves a la hora de buscar una mejor distribución de las luminancias en el espacio interno.

Así mismo como parte de la metodología utilizada se realizaron pruebas con diferentes materiales para ser estudiados y posteriormente utilizados en el recubrimiento de la bandeja de luz, con el objetivo de medir el grado de reflectividad, su nivel de rugosidad y hasta el ángulo de inclinación más recomendado para su utilización en la ventana del aula.

VARIABLES como la ventilación del aula y el calor que de igualmente se va a generar en el espacio interior del aula, no fueron consideradas dentro de la presente investigación ya que en sí solas representan líneas formales para una nueva investigación en la misma línea de ahorro energético.

## Análisis de Resultados

### Mediciones directas de iluminación en un aula.

En la figura 1 se observan los valores promedio de la medición.

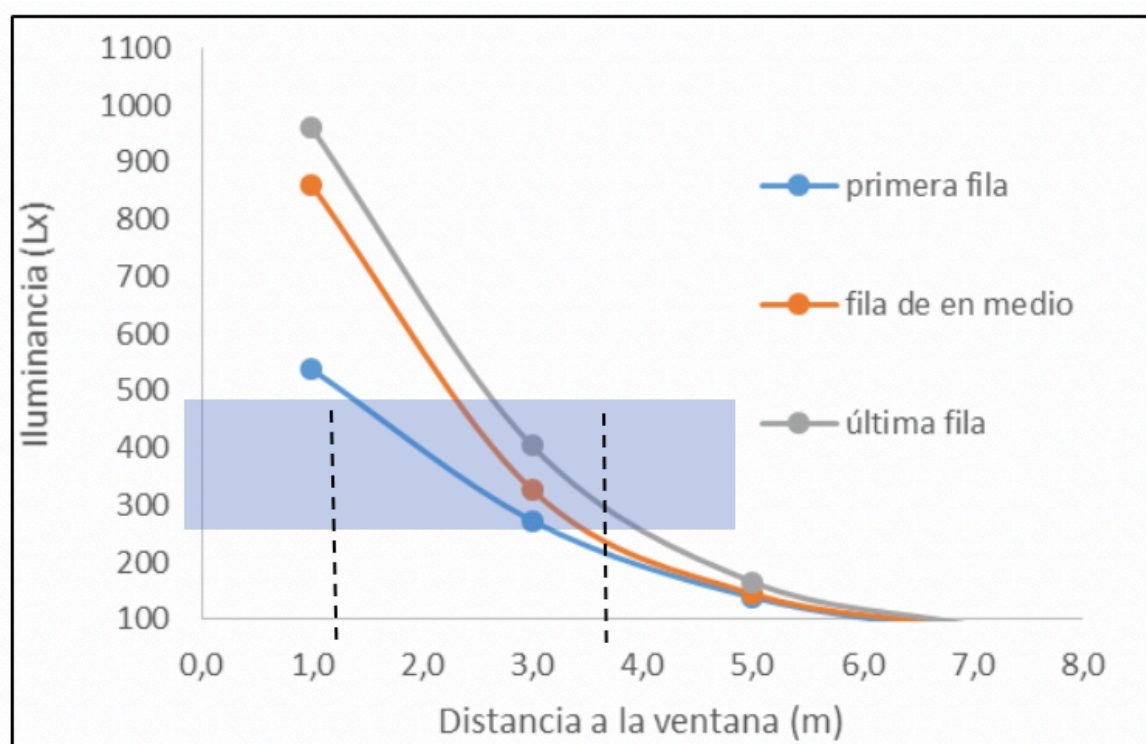


Figura 1 Iluminancia en el aula SJO6-203. (9:00 am, iluminancia externa promedio 7000 Lx)

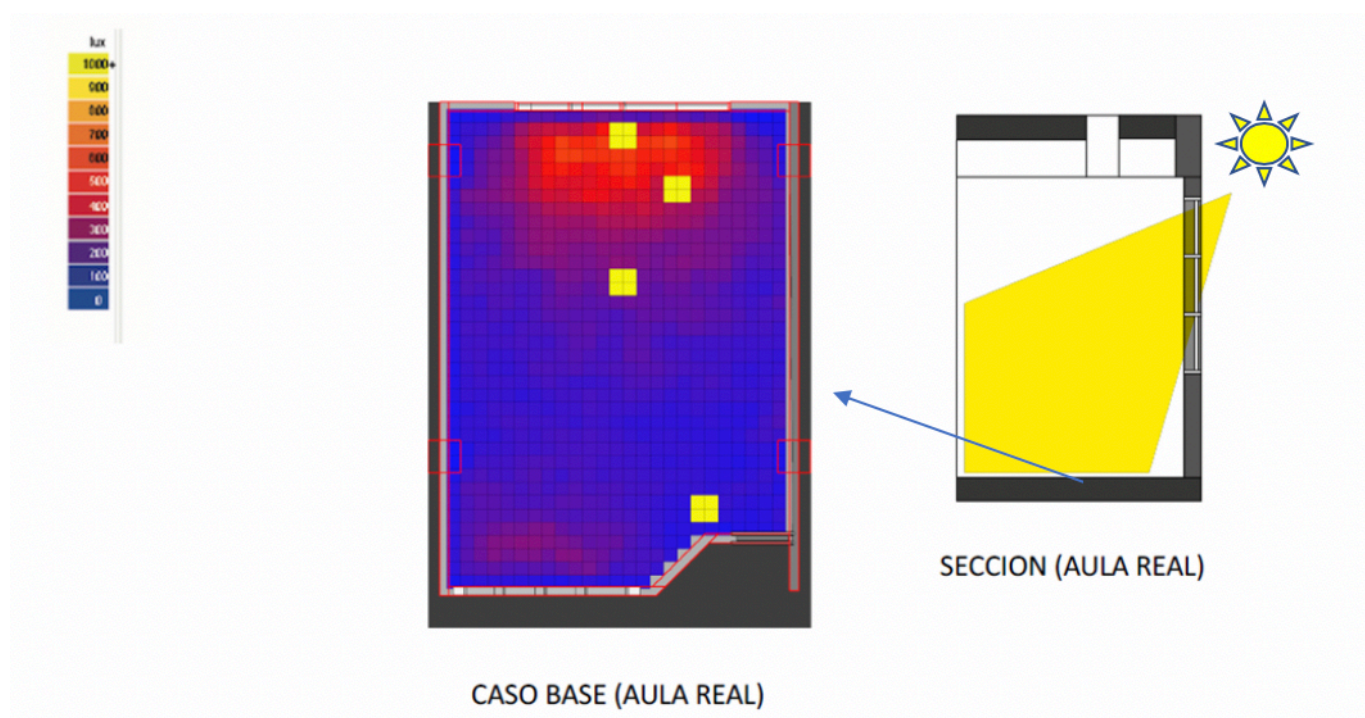
Entre los 300 y 500 Lx (Yener, 1998) (recuadro sombreado en la figura #1) se considera una iluminación adecuada para espacios de estudios y trabajo, en la figura #1 es posible ver que en el aula estudiada, de 0 m) a la par de la ventana y hasta más de un metro de distancia para la primera fila y hasta dos metros para las filas posteriores, presenta un deslumbramiento para los usuarios y entre los 3 y 4 m de distancia a la ventana hay menos luz de la necesaria para ver cómodamente. Si se cuenta únicamente con luz natural de los 7 m que tiene el aula entre sus ventanales y la pared opuesta se puede ver con comodidad si se encuentra aproximadamente entre los 2 m y 3 m de distancia respecto a la ventana. Esto deja como solución para el aula en general tapar las ventanas con algún tipo de cortina para evitar el deslumbramiento cerca de la ventana y ante esta disminución de luz natural optar por iluminación eléctrica.



Se hace notar que el hecho de que las ventanas apunten hacia el norte y que Costa Rica se encuentre tan cerca del Ecuador (aproximadamente 10° Norte) hace que estas condiciones de iluminación natural se mantengan prácticamente constantes a lo largo del día (entre 8 am y 4 pm siempre y cuando no haya exceso de nubes). El aula en la que se hizo la medición tiene un polarizado oscuro sobre el vidrio de las ventanas para disminuir el efecto de deslumbramiento. Las aulas construidas en este edificio cuentan con las mismas condiciones por lo que la situación descrita en este caso puede extenderse a los espacios de este edificio en general.

### **Análisis del modelo computacional.**

Para el primer análisis (ver figura #2) se introdujeron los valores correspondientes a los colores reales del aula: paredes de color blanco, paredes de color gris, cielo raso color negro y vigas color blanco, una ventana colocada al norte que representa el 50 % de la pared y con marcos de aluminio de 3 pulgadas. A continuación, se puede observar el primer resultado obtenido en el análisis, junto a una sección de como se está analizando el caso base del aula. La escala utilizada se ubicó entre 0 y 1000 luxes, de manera que podemos observar una distribución de la luz (deslumbramiento cerca de la ventana y poca iluminación después de los 3 m de distancia a la ventana, datos que concuerdan con las mediciones directas hechas en el aula.



*Figura 2. Modelo del aula en condiciones reales.*



El análisis del efecto de las bandejas de luz se hizo Ecotetc, por simplicidad se tomó un modelo base donde las paredes, el cielo y el suelo son de color blanco, con una reflectancia de 0.80 asignada en el programa de análisis. Para la bandeja de luz, se determinó el uso del aluminio por su facilidad de manufactura, durabilidad en condiciones externas y alto coeficiente de reflectancia, en el modelo se le asignó el máximo valor posible para el análisis 0.85. La bandeja está colocada a 2 metros sobre el nivel de piso terminado del aula. La ventana se encuentra a 1 metro de altura.

“Investigaciones previas han demostrado que las bandejas de luz son algunos de los dispositivos de sombreado más efectivos para controlar y reflejar la luz del día en el área más profundas del edificio, aumentando así la uniformidad de la luz del día. También reduce el consumo de energía de iluminación eléctrica y mejora la comodidad visual de los ocupantes. Sin embargo, el rendimiento su rendimiento varía según las condiciones de cielo exteriores”. (Lim, 2015)

Además, analizando la futura construcción y manipulación de la bandeja, se determinó que su largo debe corresponder al ancho de la ventana y el ancho a un máximo de 0.5 metros hacia afuera y hacia adentro de la ventana. Creando una bandeja con un total de 1 metro de extensión. En la Figura #3 se puede ver la distribución de la iluminación en el caso #3(a) modelo del aula en blanco y la ventana al norte. Para #3(b) se creó una bandeja plana hacia el interior del aula e inclinada 45° en el exterior de la ventana. En el #3(c) se sustituyó la porción inclinada al exterior por una curva.

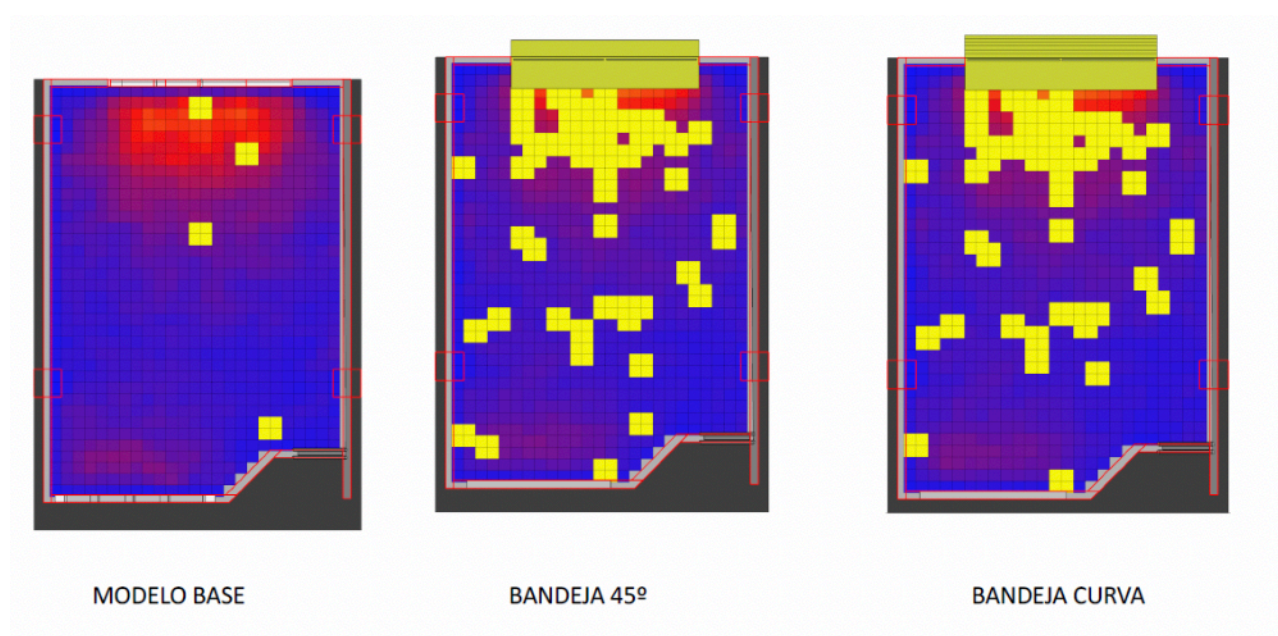


Figura 3. Distribución de la iluminación en un aula (a) con un ventanal hacia el norte, (b) con una bandeja de luz plana y horizontal y (c) con una bandeja de luz curva.

Para los modelos de la Figura #3 (b) y (c) el deslumbramiento junto a la ventana fue mayor y los destellos de luz mayores a 1000 luxes aumentaron al interior del espacio, dichos destellos provocarían des-confort en áreas de 0,50 por 0,50 metros.

En la Figura #4 se analizaron otros modelos de otras posibilidades de bandejas, en #4(b) se propone una bandeja plana tanto en el exterior como en el interior, se conservó su posición en la ventana. El modelo #4(c) se realiza inclinando el exterior de la bandeja  $23^\circ$  correspondiente a grados de inclinación de la incidencia solar en Costa Rica, se mantiene #4(a) para comparar. Se puede observar a continuación, se sigue observando un aumento en el ingreso de luz durante el día lo que evidencia un des-confort. La posición en la bandeja no ayuda a disminuir o generar un ingreso de luz de manera uniforme.

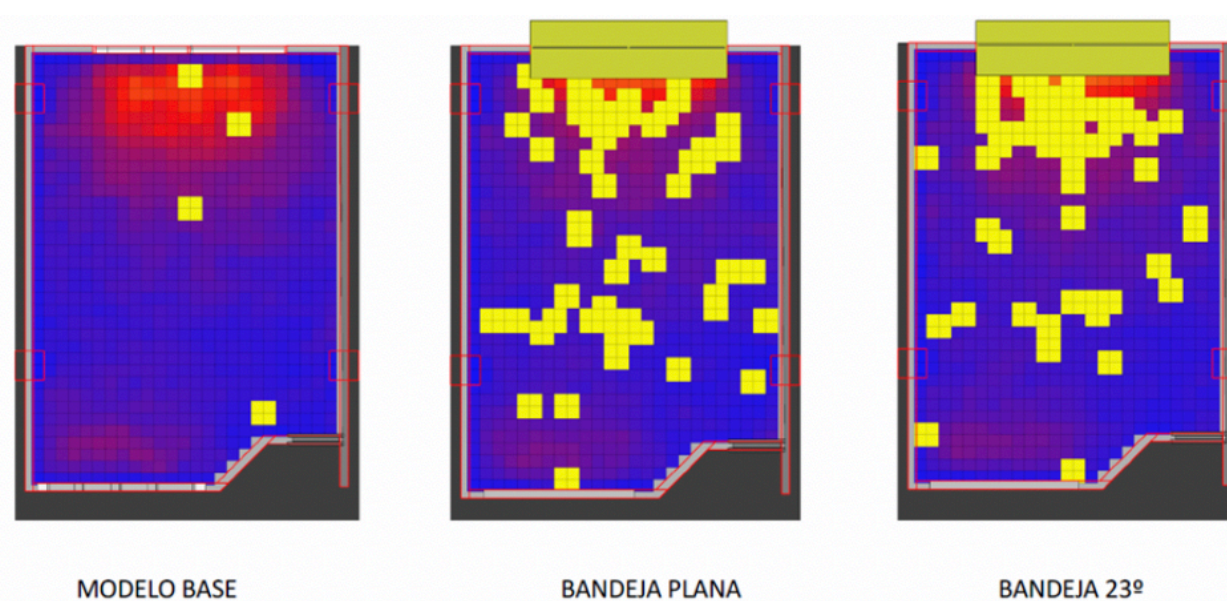


Figura #4. Distribución de la iluminación en un aula (a) con un ventanal hacia el norte, (b) con una bandeja de luz plana y horizontal dentro y fuera del aula y (c) con una bandeja plana inclinada  $23^\circ$ .

Basados en los análisis previos se determinó necesario modificar la inclinación de la bandeja en el interior del aula y modificar el cielo raso para generar un mayor control sobre los reflejos generado por el cuerpo de la bandeja, ver Figura #5. El caso #5(a) se realizó utilizando una inclinación de  $15^\circ$  en la bandeja interna y  $60^\circ$  en la bandeja externa; aquí se puede notar un aumento de iluminación en general y una disminución del deslumbramiento en el espacio más alejado de la ventana. En el caso #5(b) se utilizaron los mismos parámetros para la bandeja del caso 1 y se generó un modelo de cielo raso inclinado con el cual se logran visualizar una mejor distribución de la iluminación en el aula. “El diseño de la iluminación interior, es un compromiso entre la eficiencia visual, el confort visual y la satisfacción estética” (Hopkinson, 1966).

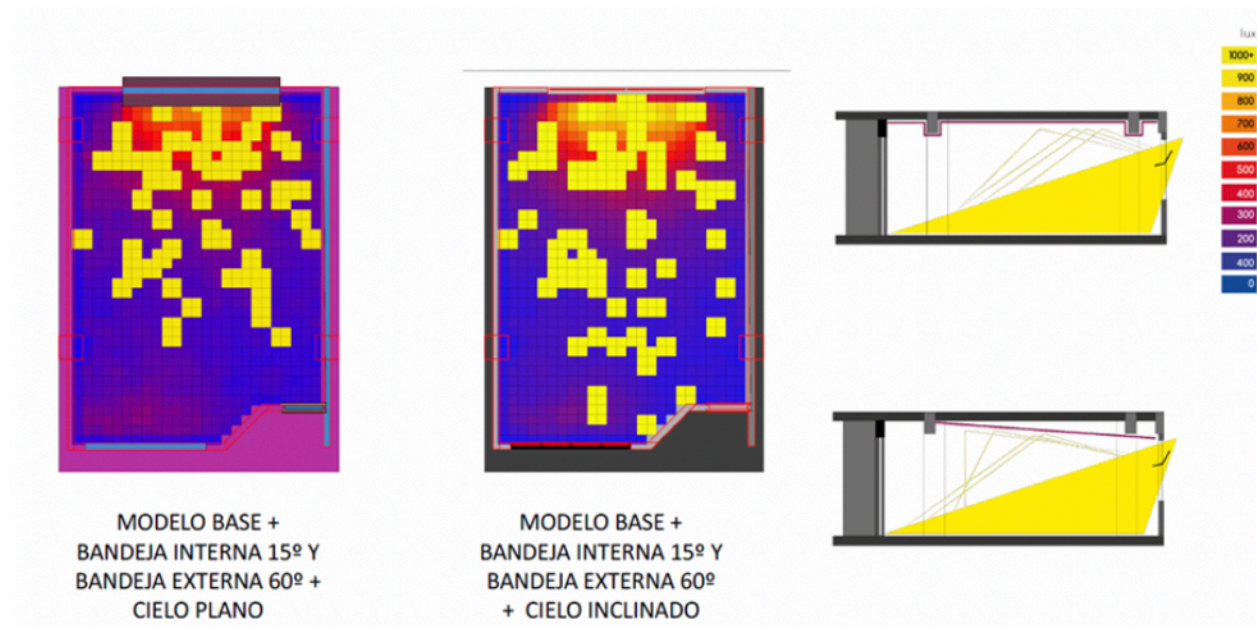


Figura #5. Distribución de la iluminación en un aula (a) con bandejas interna y externa inclinadas, (b) con bandejas interna, externa y cielo raso inclinados.

## Conclusiones

De los resultados podemos concluir que el aula estudiada tiene una iluminación general que no es la correcta para el confort visual de sus usuarios que sufrirán deslumbramiento en las cercanías de la ventana y escasas de luz en la pared opuesta al ventanal. Esta situación es especialmente importante al tomar en cuenta a los profesores que desean realizar algún tipo de aprendizaje activo dentro del aula pues para que los diferentes grupos distribuidos dentro del espacio tengan las condiciones luminosas correctas deberán cerrar las cortinas y optar por la iluminación eléctrica.

Sin embargo, por medio de modelos computacionales se logró mostrar que es posible generar una mejor distribución de luz al combinar bandejas de luz, internas y externas, con un cielo raso inclinado, ambos el ángulo adecuado considerando la latitud del lugar donde se desarrolle esta solución.

La variable orientación es un factor clave para lograr el adecuado control de la luz solar incidente sobre el espacio y sus posibles consecuencias a nivel lumínico.

Los modelos de enseñanza tradicionales son cada vez más, cosa del pasado por lo que arquitectos y diseñadores deben de afrontar el reto de realizar propuestas innovadoras a nivel de diseño arquitectónico que garanticen las adecuadas condiciones para los usuarios en todo el espacio del aula.

Las metodologías de enseñanza activa han venido a revolucionar la pedagogía, generando una afectación positiva en los usuarios de los entornos educativos, apostando por una mayor integración de las personas, mayor comunicación y una



flexibilidad en el aprovechamiento de toda el aula. “Las innovaciones que se presentan son procesos complejos que han llevado a enfrentar riesgos por parte de los involucrados, además de largos procesos de rediseño y evaluación con el fin de aportar al proceso de formación a nivel terciario. De ahí la importancia de comunicar y difundir su trabajo a la comunidad educativa, no solamente por el valor que tiene la experiencia, sino que por ser fuente de inspiración para otros académicos que quisieran aventurarse con acciones que apunten a mejorar la calidad de la educación superior.” (Jerez & Silva, *Innovando en Educación Superior: Experiencias Clave en Latinoamérica y El Caribe 2016-2017.*, 2017)

A futuro se espera poder montar bandejas de luz en el espacio estudiado para medir de forma directa el efecto real de este dispositivo. Y como futuras líneas de investigación se considera que el estudio sobre la composición, características del grado de control solar del tipo de vidrio existente en la fachada serán de suma importancia para poder analizar variaciones de la luminancia en el espacio interno. También otra línea de investigación a futuro que resulta ser necesaria por desarrollar, son las variaciones de la forma del cielo raso a nivel interno, para determinar si es posible lograr una mejora en la distribución de la luz y su uniformidad en el aula.

### **Agradecimientos**

Las autoras de este artículo agradecen al Gobierno de Costa Rica, el cual por medio del Instituto Tecnológico de Costa Rica en la figura de la Vicerrectoría de Investigación hicieron posible el desarrollo de la presente investigación, al apoyar el proyecto de investigación “Diseño de una bandeja de luz como elemento de control y redireccionamiento de luz solar para el aprovechamiento de la iluminación natural en las aulas del edificio del Centro Académico del ITCR, ubicado en Barrio Amón, San José, Costa Rica.” del cual se extraen los resultados que aquí se presentan.

Así mismo se realiza el respectivo reconocimiento al Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica, el cual a través del programa para Jóvenes Investigadores del Micit, hizo posible el desarrollo de la tesis de doctorado “Sistema de iluminación integrada para un espacio de oficina en el trópico de Costa Rica, UPM, Madrid, España, 2010”, de la Dra. Arq. Andrea Ávila Zamora, coordinadora de esta investigación, tesis que sentó las bases y precedentes teóricos-prácticos para el planteamiento y desarrollo de la presente investigación desarrollada en el ITCR.

## Referencias

- Apps, J. W. (1983). Problemas de la educación permanente. España: McGraw-Hill.
- Arranz, B. R.-U.-F.-S. (2014). Evaluation of three solar and daylighting control systems based on Calumen II, Ecotect and radiance simulation programmes to obtain an energy efficient and healthy interior in the experimental building Prototype SD10. *Energy and Buildings*, 83, ., 225-236.
- Autodesk. (3 de Octubre de 2018). Autodesk Ecotec Analysis. Obtenido de Autodesk Ecotec Analysis: <https://web.archive.org/web/20160312115300/http://usa.autodesk.com/ecotect-analysis/>
- Ávila, A. (2010). Sistema de iluminación integrada para un espacio de oficina en el trópico de Costa Rica. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Avilés, Á. M. (2011). La escuela nueva y los espacios para educar. . *Revista Educación y pedagogía*, 21(54), 103-125., 21(54), 103-125.
- Baker, N., & Steemers, K. (2003). *Energy and environment in architecture: a technical design guide*. Londres: Taylor & Francis.
- Becker, L. J., Seligman, C., Fazio, R. H., & Darley, J. M. (1981). Relating attitudes to residential energy use. *Environment and Behavior*, 590-609.
- Blaxter, L. (2000). *Cómo se hace una investigación*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.
- Cardellino, P., Soto, E. V., & Araneda, C. (2017). La evolución del diseño de aula escolar: los casos de Uruguay y Costa Rica. *ACE: architecture, city and environment* .
- Carneiro, R., Toscano, C., J., & Díaz, T. (2009). Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. Madrid: Fundación Santillana.
- Claros, S. T., & Soler, A. (2002). Indoor daylight climate–influence of light shelf and model reflectance on light shelf performance in Madrid for hours with unit sunshine fraction. *Building and Environment*, 587-598.
- Edmonds, I. R. (2002). Daylighting in the tropics. . *Solar Energy*, 73(2), 111-121.
- Fraser, J. M. (2014). Teaching and physics education research: bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 032401.
- Freewan, A. A. (2008). Optimizing performance of the lightshelf by modifying ceiling geometry in highly luminous climates. . *Solar Energy*, 82(4), 343-353.
- Gómez, A. E. (1986). Demandas visuales de iluminación y la actividad ocupacional. *Revista de la Universidad de La Salle*,, 51-65.

Gómez, G., & Villareal, A. (2004). ESCALA, Cultura, Espacios para la Educación. Bogotá, Bogotá, Colombia: ESCALA.

Gómez, I. E., & Fernández, W. (1996). Variación interanual de la temperatura en Costa Rica. *Tópicos Meteorológico y Oceanográficos*, 27-44.

Gonzalo, G. L. (2001). Evaluación comparativa del comportamiento lumínico y térmico de diferentes soluciones de aventanamientos para escuelas y oficinas de la provincia de Tucumán. *Planta*, 1(50), V3.

Guerrero-Hernández, M., & Morales-Brenes, A. (2012). Manual para neutralizar la huella de carbono. San José: Ministerio de Educación Pública.

Herrera-Murillo, J. (10 de Octubre de 2018). Informe Estado de la Nación, 2017. Uso y estado de los recursos: energía. Obtenido de estadonacion.or.cr: [https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca\\_virtual/023/Ambientales/Herrera\\_J\\_2017b.pdf](https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/023/Ambientales/Herrera_J_2017b.pdf)

Hopkinson, R. (1966). *Daylighting*. Londres: William Heinemann Editor,.

Hoses, S., San Juan, G., Melchiori, M., & Viegas, G. (2002). INCIDENCIA DE ESTRATEGIAS DE CONTROL SOLAR EN LA ILUMINACIÓN NATURAL DE AULAS ESCOLARES. *ENTAC*, (págs. 347-356). Parana.

Jerez, O. (2015). *Aprendizaje activo, diversidad e inclusión: Enfoque, metodologías y recomendaciones para su implementación*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Santiago, Chile: Ediciones Universidad de Chile.

Jerez, O., & Silva, C. (2017). *Innovando en Educación Superior: Experiencias Clave en Latinoamérica y El Caribe 2016-2017*. (Vol. Vol. 2: Metodologías activas de enseñanza y aprendizaje). (U. d. Facultad de economía y Negocios, Ed.) Santiago, Chile: Alvimpress.

Lim, Y. W. (2015). The effects of direct sunlight on light shelf performance under tropical sky. *Indoor and Built Environment*, 24(6), 788-802.

Luján-Mora, S. (2013). De la clase magistral tradicional al MOOC: doce años de evolución de una asignatura sobre programación de aplicaciones web. *Revista de Docencia Universitaria*, 279-300.

Maps, G. (14 de Enero de 2019). Google Maps. Obtenido de Google Maps: [https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=11X\\_5AoyPeeJBvWnFDnWO4ofhYaQ&msa=0&ll=10.141931999999999%2C-83.75976600000001&z=8](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=11X_5AoyPeeJBvWnFDnWO4ofhYaQ&msa=0&ll=10.141931999999999%2C-83.75976600000001&z=8)

Mazur, E. (2011). Comprensión o memorización:¿ Estamos enseñando lo correcto. Conferencia dictada en la Universidad del Norte, (pág. Vol. 9).

Monteoliva, J. M. (2014). Uso de dispositivos de control solar en aulas: Impacto en la simulación dinámica de la iluminación natural. *Ambiente Construido*, 43-58.

Monteoliva, J. M., & Pattini, A. E. (2013). Iluminación natural en aulas: Análisis productivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en clima soleado. *Ambiente Construido*, 235-248.

Ochoa, C. E., & Capeluto, I. G. (2006). Evaluating visual comfort and performance of three natural lighting systems for deep office buildings in highly luminous climates. *Building and Environment*, 1128-1135.

Pattini, A. R., Lasagno, C., Villalba, A., Córlica, L., Ferrón, L., & Mendoza, T. C. (2009). Evaluación de deslumbramiento en edificios con iluminación natural en climas soleados. El caso de una biblioteca con techo vidriado. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 05.169-05.177.

Pattini, A., & Kirschbaum, C. (1998). Evaluación subjetiva de aulas iluminadas con luz natural. *Avances en energías renovables y medio ambiente*.

PÉREZ, M., OTEIZA, P., & NEILA, J. (2012 ). Fragmented Light Shelf: Sun protection system and daylighting optimization. 28th International PLEA Conference, (págs. 1-5). Lima.

Ross, L. (1977). The Intuitive Psychologist And His Shortcomings: Distortions in the Attribution . *Advances in experimental social psychology* . Academic Press, 173-220.

S.L Ledesma, M. C. (s.f.). Evaluación del ahorro energético en la iluminación artificial en aulas de edificios escolares en Tucumán.

Soto, M. (12 de Octubre de 2016). Costa Rica debe vigilar su consumo eléctrico. *La Nacion*.

Vegas, E., & Petrow, J. (2007). Raising student learning in Latin America: The challenge for the 21st century. . *The World Bank*.

Wieman, C. W. (2016). The Connection Between Teaching Methods and Attribution Errors. *Educational Psychology Review*, 645-648.

Yener, A. K. (1998). A method of obtaining visual comfort using fixed shading devices in rooms. *Building and Environment*, 285-291.



## CAPÍTULO 8

---

# IMPLEMENTACIÓN DE UNIDAD DIDÁCTICA STEAM PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA (UN ESTUDIO DE CASO)

*Maria Amparo Oliveros Ruiz, Lidia Esther Vargas  
Osuna, Alejandro Mungaray Moctezuma, Patricia Luz  
A. Rosas Méndez, Castellanos De La Torre Paulina*

Universidad Autónoma de Baja California

México

### Sobre los autores

**Maria Amparo Oliveros Ruiz:** es licenciada en administración pública y ciencias políticas de la Universidad Autónoma de Baja California, maestría en Pedagogía por la Universidad Estatal de Estudio Pedagógico, doctorado en Ciencias por el Instituto de ingeniería de la UABC. Actualmente se desempeña profesora de tiempo completo de la Facultad de Pedagogía e Innovación y Educativa y colaboradora en el programa de Posgrado del Instituto de Ingeniería en el Área de Educación Superior para Ingeniería de la UABC. Es coordinadora proyecto de sobre la aplicación del esquema "Ciencia, Tecnología, Educación, Matemáticas y Arte". Participa en la enseñanza de las ciencias en la ingeniería a través de la Red Ecosistema STEM Cuenta con perfil PRODEP., miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel1.

**Correspondencia:** [amparo@uabc.edu.mx](mailto:amparo@uabc.edu.mx)

**Lidia Esther Vargas Osuna:** Información de los autores: Se deben incluir el nombre completo de. Doctora en ingeniería con especialidad en caracterización de materiales por Microscopía Electrónica. Actualmente es profesora investigadora de tiempo completo del en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California en Mexicali, B.C. Coordina el área de materiales del programa educativo de Ingeniero Aeroespacial, imparte clases y dirige tesis de licenciatura, así como de posgrado. Cuenta con perfil PRODEP y es responsable del cuerpo académico Ingeniería y Tecnología de los Materiales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel I y es Evaluador RCEA. Tiene experiencia profesional como Ingeniero de Análisis de Fallas en la industria de los Semiconductores y es Evaluador de Competencias Laborales del CONOCER. Participa activamente en la enseñanza de las ciencias en la ingeniería a través de la Red Ecosistema STEM  
**Correspondencia:** [lidia.vargas@uabc.edu.mx](mailto:lidia.vargas@uabc.edu.mx)

**Eduardo Cabrera Córdoba:** Dr. Eduardo Cabrera Córdoba. Experiencia profesional y académica con enfoque en la ciencia de materiales, investigaciones sobre productos, procesos y equipos. Así como, el modelo STEM+A y la implementación de un ecosistema STEM+A (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas + Artes). Profesor de Ingeniería de Manufactura e Ingeniero Aeroespacial.

Integrante del cuerpo académico en formación “Enseñanza de las ciencias en la ingeniería” en UPBC desde 2014.

Miembro de la Red Ecosistema STEM de Conacyt 2016-2017.

Ha participado en proyectos de estímulo a la Innovación CONACYT desde 2013, Estancias de Investigación en la empresa Skyworks Solutions desde 2011. Proyectos de apoyo para el desarrollo de las Pymes de parte de la Secretaria de Economía, B.C. en 2018.

Coordinador de prototipos y gerente de mejora del rendimiento en empresa Skyworks Solutions (1993-2006).

Correspondencia: [eduardo.cabrera@uabc.edu.mx](mailto:eduardo.cabrera@uabc.edu.mx)

**Patricia Luz A. Rosas Mendez:** Licenciado en Electrónica por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Maestría en Electrónica por la Universidad Autónoma de baja California (UABC). Profesora de Tiempo Completo en el Programa Educativo Ing. en Electrónica de la UABC. Líder del Cuerpo Académico Desarrollo De Sistemas Integrales Electrónicos Y Aeroespaciales Aplicados, perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mexicali de la UABC. Cuenta con publicaciones en las áreas de

Ingeniería de Microondas, Control Automático y Metrología. Cuenta con desarrollo de Prototipos Didácticos para la Divulgación de las ciencias en Niños. Cuenta con un Programa de Servicio Social para la aplicación de Talleres de divulgación de las ciencias para niños con participación en zonas de alta marginación en Mexicali, Valle de Mexicali.

**Correspondencia:** [prosas@uabc.edu.mx](mailto:prosas@uabc.edu.mx)

**Paulina Castellanos De La Torre:** Licenciada en Educación Preescolar por la Escuela Normal de Educadoras “Rosaura Zapata” en 2014, en Mexicali B.C y Diplomado en Habla y Lenguaje por Universidad de las Américas en 2016 en Ciudad de México. Ha sido profesora titular de inglés de nivel preescolar y primaria en diversas escuelas y actualmente es estudiante de maestría en el Programa reconocido por PNPC de CONACYT de Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería (MYDCI).

**Correspondencia:** [paulina.castellanos@uabc.edu.mx](mailto:paulina.castellanos@uabc.edu.mx)

**Alejandro Mungaray Moctezuma:** Doctor en Ingeniería de Caminos por la Universidad de Castilla La Mancha, España, en 2011. Actualmente es Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California, en Mexicali B.C. Se desempeña como Subdirector de dicha unidad académica, imparte clases y dirige tesis de nivel Licenciatura y Posgrado. Cuenta con perfil PRODEP y es líder del cuerpo académico “Infraestructura de Transporte, Desarrollo Regional e Impacto Social”. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) nivel 1.

**Correspondencia:** [alejandromungaray@uabc.edu.mx](mailto:alejandromungaray@uabc.edu.mx)

### **Resumen:**

La enseñanza de la ingeniería en México se enfrenta al reto de la 4ta revolución industrial, por tal motivo es necesario la implementación metodologías novedosas, para detonar las competencias necesarias en el ambiente laboral del siglo XXI. Para el logro de este objetivo se desarrolló y aplicó una unidad didáctica con una visión constructivista del aprendizaje basada en un modelo STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) por sus siglas en inglés, a los alumnos de Ingeniería Aeroespacial, en la asignatura de Ciencia de los Materiales.

La validación de los resultados obtenidos en la etapa inicial del estudio permite identificar una ligera mejora en las opiniones de los estudiantes sobre los aspectos

STEAM evaluados. Al concluir esta etapa, se propone la aplicación de la unidad didáctica para el desarrollo de los demás estudiantes que cursan la asignatura, en distintos grupos la Facultad de Ingeniería la Universidad Autónoma de Baja California.

**Palabras Claves:** 4ta. Revolución Industrial, Enseñanza de la ciencia, Estudiantes de Ingeniería, Modelo STEAM, Unidad didáctica

### ***STEAM implementation model for engineering students (a case study)***

#### **Abstract**

The teaching of engineering in Mexico faces the challenges of the 4th industrial revolution, for this reason, it is necessary to implement novel methodologies to detonate the necessary competencies in the 21st-century work environment. To achieve this development objective, a didactic unit with a constructivist vision of learning based on a STEAM model (Science, technology, engineering, art, and mathematics) was applied to students of Aerospace Engineering, in the subject of Materials Science. The validation of the results obtained in the initial stage of the study allows identifying a slight improvement in the opinions of the students on the STEAM aspects evaluated. At the end of this stage, the application of the didactic unit for the development of the other students taking the course is proposed, in different groups the Faculty of Engineering, the Autonomous University of Baja California.

**Keywords:** Science education, Model STEAM, 4.0 Revolution, Engineering Students, Teaching Unit

#### **Introducción**

En el presente artículo, producto derivado del proyecto STEAM en el ejercicio docente de los académicos de la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, en la ciudad de Mexicali, se muestra la forma como se aborda mediante una Unidad Didáctica los conceptos de la evolución de la teoría de la luz, en la Unidad de Aprendizaje de Ciencia de los Materiales a los alumnos de quinto semestre de la Carrera de ingeniería Aeroespacial en el semestre 2017-2. Para la

evaluación de dicha asignatura, los alumnos presentaron un proyecto en la primera Feria STEAM 2017 “Explora Ciencia, Tecnología y Arte” organizada por la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto de Cultura de Baja California en la ciudad de Mexicali, Baja California en México.

La finalidad del proyecto STEAM es enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje por medio del diseño, implementación y evaluación de situaciones que se presentan en las docencias en las áreas de las ingenierías, y también aportar estrategias y recursos metodológicos para construir las herramientas necesarias para el ingeniero en la revolución 4.0.

Importancia de las unidades didácticas.

La unidad didáctica (UD) se entiende como una unidad de trabajo relativa a un proceso de enseñanza-aprendizaje, articulado y completo a un proceso de enseñanza-aprendizaje, Gallego y Salvador, 2010). De acuerdo a los autores la UD pretende desarrollar aprendizaje significativo de una temática específica. En este sentido Tamayo, (2011), define el concepto de unidad didáctica partiendo de que el estudiante elija una actitud proactiva con un enfoque constructivista.

Las teorías del aprendizaje constructivistas, caracterizadas por reconocer el papel central que juegan los conocimientos previos de los alumnos, son importantes en el aprendizaje significativo de la ciencia, que también suele ligarse al cambio conceptual (Driver, Leach, Millar y Scott, 1996). De acuerdo con Duschl, Maeng y Sezen (2011). Con el modelo constructivista adaptado al aula se pretende desarrollar en los estudiantes pensamiento científico y crítico de las problemáticas actuales de la ingeniería.

Implementación de modelo STEAM como herramienta para detonar las habilidades necesarias en la revolución 4.0.

El modelo STEAM es una forma de enseñar la relación entre escuela y la vida diaria, es más divertido que los estilos tradicionales de enseñanza basándose en la forma natural en la que al estudiante le interesa aprender, es por eso que, en el mundo de hoy, preparar a estudiantes para el éxito significa exponerlos a estas disciplinas holísticas (visión integral) a fin de desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico. “La educación está bajo presión de responder a un mundo cambiante” (Henriksen, 2014), por lo que algunos países implementan el modelo STEAM en sus sistemas educativos, con la intención de privilegiar el trabajo en equipo, los valores y la habilidad para resolver problemas novedosos se ha convertido cada vez más vital. Este modelo, enfatiza una estrategia educativa interdisciplinaria donde los conceptos académicamente rigurosos se acoplan a lo real; es decir, se ponen en práctica la

ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos relacionados con la escuela, la sociedad el deporte o el trabajo, Smith & Nadelson, (2017). La educación STEM: a) busca responder a los desafíos económicos globales que muchas naciones enfrentan, (b) reconoce la demanda de alfabetización STEM para resolver problemas tecnológicos y ambientales globales, y (c) se enfoca en el conocimiento necesario para desarrollar habilidades de la fuerza de trabajo requeridas en el siglo XXI (Bybee, 2013).

Ahora bien, la ingeniería trata de un campo de conocimiento profesional, entendido como una práctica orientada al hacer mismo de la tecnología en beneficio de la humanidad (Osorio, 2018), por lo que la necesidad de formar profesionales de la ingeniería opera en contextos de nuevas tecnologías, complejas y abundantes; de impacto creciente de la informática en todos los campos, de nuevas formas de organización del gerenciamiento, de avance de la interdisciplinariedad como método de enfoque de la resolución de problemas, en muchos casos en forma de anticipación a la solución de problemas que aún no tiene inserción en el mercado; y de valoración de la creatividad y la innovación por sobre los modos rutinarios de acción profesional (Gorgone, et al 2010). Si formamos ingenieros con mayor sensibilidad y mejor preparados acerca de su papel en la sociedad, conscientes de que su actividad no se circunscribe a la esfera técnica, sino que transita de la técnica a lo social, frente a lo cual debe aprender a tomar decisiones que afectan a los colectivos humanos, así como al medio ambiente; muy seguramente podremos contribuir a que la tecnología sea realmente un bien público. La educación puede contribuir a formar ingenieros en la búsqueda y desarrollo de sistemas tecnológicos más participativos, que incorporen los intereses y requerimientos de las personas, incluyendo a las más desfavorecidas; y a la naturaleza en un sentido responsable (Kitchen et al. 2018).

Educación y habilidades necesarias para la revolución 4.0.

La industria 4.0 significa la cuarta de una serie de revoluciones industriales, que en su momento transformaron economías, empleos, incluyendo a la sociedad misma. La primera en el siglo XVIII con el surgimiento de la energía de vapor. A finales del siglo XIX, la invención de la electricidad, en el siglo XX, la computación y la potencialización de la automatización. La 4.0 es la fusión entre las tecnologías física y digitales como la inteligencia artificial, tecnologías cognitivas y el internet de las cosas.

La principal preocupación es cómo los países puedan responder y reaccionar a estas tecnologías emergentes. Las principales recomendaciones están en el sentido de

disminuir las desigualdades, capacitación a los maestros y alumnos para las nuevas reglas y roles, disminuir la brecha de género. También examinar el papel del sector privado y cuáles son sus contribuciones actuales a la educación y la capacitación y como puede ser su fusión en un futuro. Por ejemplo, cómo pueden colaborar las empresas privadas con el sector educativo para el desarrollo de habilidades que permitan una menor desigualdad. En el caso de los sistemas educativos qué cambios están ocurriendo en el e-learning, análisis de aprendizaje, pensamiento crítico, procesos de aprendizaje, inteligencias múltiples, entre otros, que den respuesta a las necesidades de la revolución 4.0.

De acuerdo al Bran et al (2016), los efectos de la revolución 4.0 han impactado las formas en cómo vivimos y nos relacionamos a una velocidad extraordinaria, por lo que recomiendan 4 puntos de preparación para enfrentar el reto.

- Impacto social. Aceptar que cada una y todas las organizaciones tienen el poder para influir, de múltiples maneras, en la promesa de la revolución 4.0. para crear un mundo más equitativo y más estable.

- Estrategia. Conformar un enfoque holístico para la planeación estratégica, explorando cómo las capacidades centrales pueden ser mejoradas por unas nuevas para desarrollar nuevos productos y servicios.

- Talento y fuerza de trabajo. Prioridad para preparar a los trabajadores para navegar la era de revolución 4.0 mediante una cultura de aprendizaje y colaboración, y la creación de oportunidades de entrenamiento tanto dentro de la organización como también en comunidades desatendidas.

- Tecnología. Percibir la tecnología como el diferenciador más poderoso en el mundo de revolución 4.0, e invertir en integrar nuevas aplicaciones que puedan respaldar nuevos modelos de productos.

Las inteligencias múltiples para reforzamiento del modelo STEAM.

La teoría de las inteligencias múltiples de Garner (1995) considera que cada persona tiene habilidades y destrezas determinadas por lo que las define en 8 tipos diferentes de inteligencias, las cuales se enumeran a continuación: la inteligencia lingüística: hace referencia a la capacidad para utilizar las palabras de forma coherente y eficaz, tanto por lo que respecta a la forma oral como escrita.

- Inteligencias lógico-matemática: hace referencia al empleo de la lógica y las matemáticas para ña solución de problemáticas cotidianas.

- Inteligencias visual-espacial: es la capacidad que tiene una persona para desplazarse y orientarse de forma adecuada.



- **Inteligencia cinético-corporal:** hace referencia a la capacidad de utilizar el propio cuerpo para resolver problemas y expresar ideas, así como a la capacidad para controlar los movimientos del propio cuerpo y para manipular objetos en forma precisa.
- **Inteligencia musical:** se refiere a la capacidad que permite percibir, transformar e interpretar piezas musicales y de actuar con sensibilidad ante melodías, el ritmo y las armonías.
- **Inteligencia naturalista:** permite distinguir los diferentes seres vivos y describir las relaciones entre ellos, así como observar e interactuar con el mundo natural.
- **Inteligencia interpersonal:** es la capacidad de comprender e interactuar con los demás considerando sus intereses, motivaciones y estados de ánimo.
- **Inteligencia intrapersonal:** es la capacidad de percibirse a uno mismo y de distinguir las propias emociones, hecho que implica ser consciente de los puntos débiles y fuertes y de utilizar esta información para autorregularse y desenvolverse de forma eficaz en la vida.

### **Metodología:**

Para este caso de estudio se basó en una metodología con un enfoque cualitativo que permite profundizar e interpretar la actividad didáctica. El método utilizado para este proyecto es el estudio de caso de Simons (2011) en el que sostiene que “el análisis de lo singular, lo particular, lo exclusivo”. Lo define como un enfoque, puesto que el estudio tiene una intención y se proyecta a través del contexto de la investigación científica. A parte de tener un propósito metodológico, los cuales están afectados por las tipologías de recolección de datos por parte del investigador también se ha de señalar que la finalidad del estudio de casos es detenerse en una singularidad, comparando, contrastando y contraponiendo diferentes casos, pero sin desviar su atención a su premisa principal, la cual se centra en la indagación, la explicación y el análisis del caso singular.

Para la realización de este ejercicio se eligió el método de Kortland (2001) el cual se conforma de cinco fases del proceso de enseñanza-aprendizaje (motivación, pregunta, investigación, aplicación y reflexión).

#### **Participantes:**

Se contó con la participación de un grupo de 25 estudiantes, guiados por su docente, el cual les indicó que las 2 actividades formarían parte de su calificación final

de la Unidad de aprendizaje de Ciencia de los Materiales a los alumnos de quinto semestre de la Carrera de ingeniería Aeroespacial en el mes de octubre del semestre 2017-2, en una de las aulas de la Facultad de Ingeniería, en la ciudad de Mexicali, Baja California en México.

### **Contexto:**

Para la realización de este estudio el proyecto se dividió en dos momentos: en el aula con la aplicación de una unidad didáctica en el mes de noviembre de 2017 y posteriormente la aplicación de un taller en la primer Feria STEAM, 2017 “Explora Ciencia, Tecnología y Arte”, realizada en el mes de noviembre del mismo año, organizada por la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto de Cultura de Baja California en la ciudad de Mexicali, Baja California en México

### **Descripción del caso de estudio.**

Durante la parte introductoria de la Unidad de aprendizaje de Ciencia de los Materiales se llevó a cabo una actividad como elemento clave para el proceso de enseñanza en el aula y la construcción del conocimiento significativo. Para esto se consideró una unidad didáctica que considera el tema sobre la evolución de la teoría de la luz.

Los alumnos dan lectura a la unidad didáctica titulada “¿Qué es la luz?: Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz” (Álvarez et al., 20015). Al término de ésta se realiza una retroalimentación en donde participan tanto el profesor como los alumnos y por último los alumnos realizan una reflexión en formato libre sobre la lectura realizada.

La unidad didáctica remonta al lector hasta la época de 500 A.C. cuando los griegos se preguntaban ¿cómo es que podemos ver? De esta manera, desde su inicio, despierta el interés y va relatando en un lenguaje peculiar y sencillo los primeros conceptos y teorías sobre la luz hasta llegar a la era moderna. La figura 1 muestra la imagen donde los alumnos plasman el conocimiento adquirido a través del dibujo.

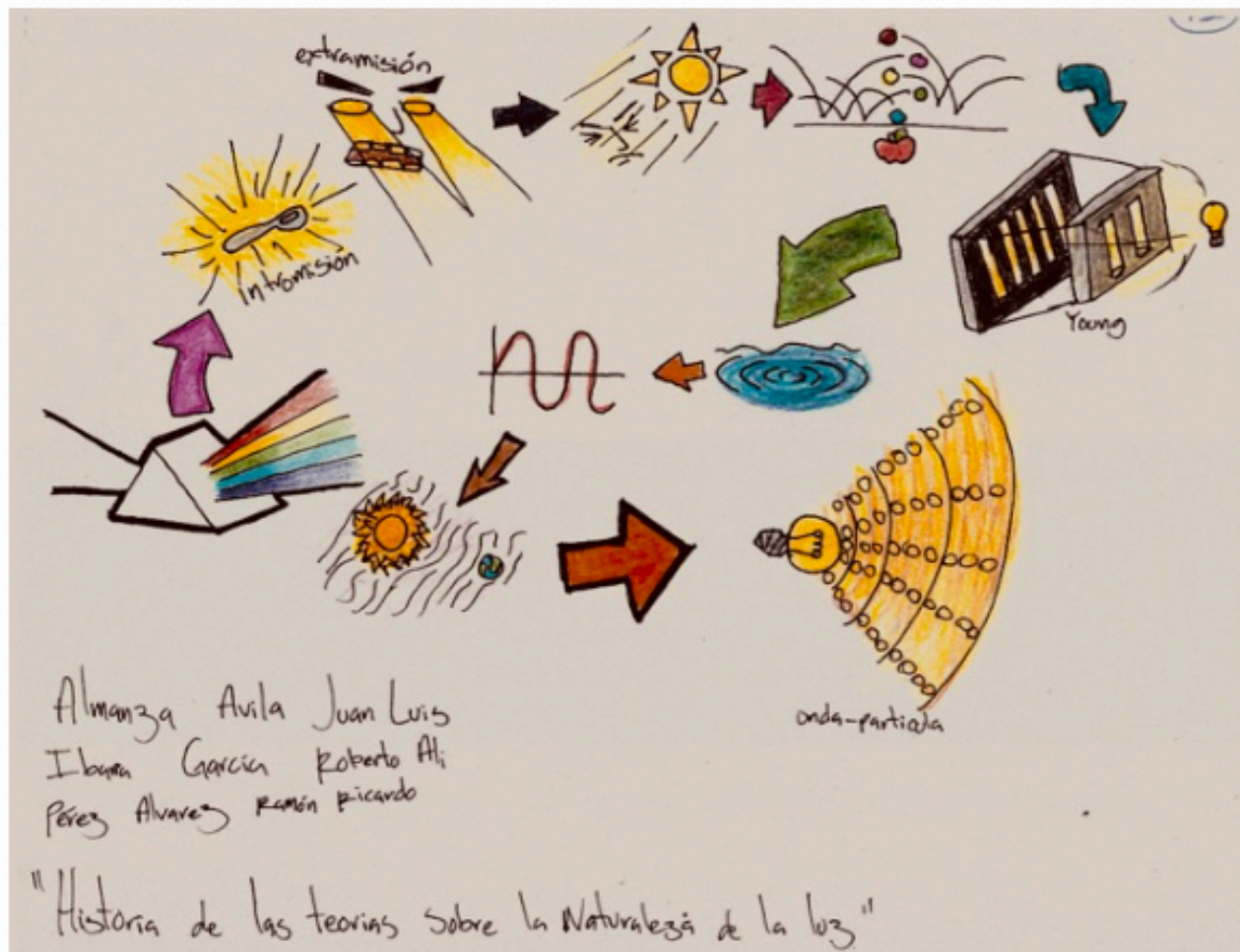


Figura 1. "Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz".

En un segundo momento, los alumnos participaron en la primer Feria STEAM 2017 "Explora Ciencia, Tecnología y Arte" organizada por la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto de Cultura de Baja California en la ciudad de Mexicali, Baja California en donde hubo más de 1200 participantes de educación básica, medio superior y superior. En el evento se contó con más de 1000 participantes de educación básica, medio superior y superior, de instituciones públicas y privadas, provenientes de diversos puntos de la ciudad y de su valle

La participación de los alumnos consistió en la propuesta de un taller diseñado por ellos mismos titulado "Luz, ciencia y naturaleza" el cual consistió en hacer un acercamiento a estudiantes de educación básica al funcionamiento y uso de uno de los principales fenómenos de nuestro universo, la luz. Además, los alumnos tuvieron la oportunidad de trabajar en equipos multidisciplinarios con la colaboración de alumnos de diferentes carreras.

Para el taller los estudiantes crearon un cuarto oscuro con un arreglo de manera que se puede interactuar con dos demostraciones; en una se podría observar la interacción y comportamiento de la luz en conjunto con el de los materiales y el aire

dando lugar al efecto de refracción de la luz a su paso por distintos medios. En la segunda demostración se lleva a cabo una proyección de caras con los conceptos básicos que se utilizaban en las primeras cámaras fotográficas (Figura 2). De esta manera, los alumnos de licenciatura son empoderados y ellos son los mentores de los alumnos de niveles previos.



*Figura 2. Taller “Luz, ciencia y naturaleza”.*

## **Resultados:**

Después de analizar los resultados de la aplicación de la Unidad Didáctica “Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz”, se identificaron en los estudiantes una mayor motivación por la construcción de su conocimiento, como lo podemos observar en la figura 1, en la cual plasmaron sus ideas y conclusiones de manera grupal. Es así como la unidad didáctica promueve el desarrollo de habilidades técnicas y sociales, fomenta el trabajo colaborativo en equipos multidisciplinarios, el pensamiento crítico y contempla las inteligencias múltiples (Bell et al 2013). Se promueve el conocimiento, habilidades y actitudes construyendo así el aprendizaje significativo.

“Luz, ciencia y naturaleza” se presentó como taller en la primera Feria STEM+A: Explora Ciencia Tecnología + Arte 2017 realizada en Mexicali, Baja California en



octubre de 2017, organizada con el objetivo de incentivar el interés por el estudio de las ciencias, tecnología, ingeniería, matemáticas y las artes.

Los alumnos y profesores asistentes mostraron gran interés por la actividad, creando estructuras diversas e innovadoras utilizando su imaginación, creatividad, sensibilidad, organización, lógica y diseño; trabajando bajo las instrucciones indicadas y el tiempo permitido. Se sintieron estimulados por la competencia generada entre los equipos y buscaron realizar la actividad más de una ocasión.

## **Conclusiones**

La velocidad de los cambios en las sociedades y sus necesidades impulsa a transformar a todos los involucrados tales como gobiernos, instituciones, docentes, investigadores e ingenieros (Barker et al. 2014).

Hoy más que nunca se requiere de jóvenes preparados con habilidades, actitudes y competencias necesarias para que sean aplicadas en todos los ambientes: industriales, comerciales o de servicio. La educación STEM+A busca conectar y construir aquellos conceptos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con problemas reales, es decir, que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea activo y colaborativo entre las disciplinas, utilizando la creatividad para generar soluciones prácticas para que, desde edades tempranas, la curiosidad científica y de ingeniería se promuevan y permanezca en ellos de manera natural. Brown et al (2016).

Cada persona posee un modo particular de captar la información basado en su manera de pensar, analizar, reflexionar, experimentar y actuar sobre lo que percibe a su alrededor, lo que implica que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se produzcan diferentes alternativas de ambientes y situaciones de aprendizaje que impacten de manera significativa a los alumnos, como también el desarrollo de las inteligencias múltiples, y la mejora en sus calificaciones

Por lo anterior, “la Unidad Didáctica “Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz” y el taller “Luz, ciencia y naturaleza” son un material de apoyo didáctico que puede ser utilizado por los profesores de los demás estudiantes que cursan la asignatura, en distintos grupos la Facultad de Ingeniería la UABC. Encontrarán una manera en que los alumnos manifiestan su forma de pensar, crear y desarrollar ideas, además de su capacidad para colaborar dentro de un equipo y con ello ejercer un papel importante para obtener los resultados deseados (Popovic and Lederman 2015).

El profesor actúa como un facilitador en el proceso, promoviendo innovación, investigación y de esta manera permitir las habilidades necesarias del futuro ingeniero

en la revolución 4.0 (Denson et al. 2015). En el cual pudo observarse una mejora en las calificaciones finales obtenidas por los alumnos durante este periodo 2017-2. Se sugiere la realización de una actividad de cierre (debate, cuestionario, lluvia de ideas) en la cual los estudiantes expresen de manera libre sus emociones, así como lo que aprendieron al realizar sus estructuras, además de sugerir otros retos que ellos imaginen para futuras actividades (Mohr-Schroeder 2015).

### **Agradecimientos**

Se agradece el apoyo recibido por el soporte para realizar el presente trabajo de investigación, a la Universidad Autónoma de Baja California y el Instituto de Cultura de Baja California en Baja California por el apoyo brindado y la infraestructura utilizada.

### **Referencias:**

Alvarez, L., Siqueiros, J., & Santillán, E. (2005). “¿Qué es la luz?: Historia de las teorías sobre la naturaleza de la luz”. “Revista Universitaria- UABC, (50), 1–12

Baran, E., Bilici, S. C., & Mesutoglu, C. (2016). Moving STEM beyond schools: students’ perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9–19. <https://doi.org/10.18404/ijemst.71338>

Barker, B. S., Larson, K., & Krehbiel, M. (2014). Bridging formal and informal learning environments. *Journal of Extension*, 52(5), n5

Bell, P., Lewenstein, B., Shouse, A. W., & Feder, M. A. (Eds.). (2009). *Learning science in informal environments: people, places, and pursuits*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12190>.

Brown, P. L., Concannon, J. P., Marx, D., Donaldson, C. W., & Black, A. (2016). An examination of middle school students' STEM self-efficacy with relation to interest and perceptions of STEM. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 17(3), 27

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington: NSTA Press. National Science Teachers Association

Denson, C. D., Hailey, C., Stallworth, C. A., & Householder, D. L. (2015). Benefits of informal learning environments: a focused examination of STEM-based program environments. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(1), 11.

Driver, R.; Leach, J.; Millar, R.; Scott, P. (1996). Young people's images of science. Buckingham: Open University Press

Duschl, R.; Maeng, S.; Sezen A. (2011). «Learning progressions and teaching sequences: A review and analysis». *Studies in Science Education*, 47(2): 123-182.

Gallego Ortega, J.L. y Salvador Mata, F. (2010). *Didáctica general*. Pearson

Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Barcelona: Paidós

Gorgone H., Gall D., Acedo F., Guillen G., Diab J., Voda D. (2010). Nuevo enfoque en la enseñanza de la ingeniería. Futuro y relación con el desarrollo sustentable. X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur: Balance y perspectiva de la Educación Superior en el marco de los bicentenarios de América del Sur

Henriksen, D. (2014) "Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices," *The STEAM Journal*: Vol. 1: Iss. 2, Article 15. DOI: 10.5642/steam.20140102.15

Kitchen, J. A., Sonnert, G., & Sadler, P. M. (2018). The impact of college-and university-run high school summer programs on students' end of high school STEM career aspirations. *Science Education*, 102(3), 529–547. <https://doi.org/10.1002/sce.21332>

Kortland, J. (2001). A problem posing approach to teaching decision making about the waste issue. Utrecht: Universiteit Utrecht.

Mohr-Schroeder, M. (2015). Track 3 panel session: national models for broadening participation. Invited panelist speaker at the 24th National EPSCoR National Conference, Portsmouth, NH

Osorio C. (2004). Los Efectos de la Ingeniería en el Aspecto Humano. Conferencia presentada en el XXIX Convención Panamericana de Ingeniería. Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura. <https://www.oei.es/historico/salactsi/osorio7.htm>

Osorio C. (2018) "Philosophy of activism and community management in water systems" *Spanish philosophy of technology*. En: Estados Unidos ISBN: 978-3-319-71957-3 ed: Springer Publishing Company, Inc., v., p.211 - 222 24 ,2018

Popovic, G., & Lederman, J. S. (2015). Implications of informal education experiences for mathematics teachers' ability to make Connections beyond the formal classroom. *School Science and Mathematics*, 115(3), 129 –140. <https://doi.org/10.1111/ssm.12114>



Simons, H. (2011). Estudio de caso: teoría y práctica. Madrid: Morata. Strauss, Smith, J., & Nadelson, L. (2017). Finding alignment: The perceptions and integration of the Next Generation Science Standards practices by elementary teachers. *School Science and Mathematics*, 117(5), 194-203.

Tamayo, O.E(2018). Ambientes de aprendizaje: diseño de unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. Modulo del Diplomado en Ambientes de Aprendizaje. Universidad Autónoma de Manizales.

## CAPÍTULO 9

---

# DESARROLLO DE UN NANOMATERIAL PARA DESCONTAMINACIÓN DE AGUAS: UN CASO DE ENFOQUE STEM EN FORMACIÓN AVANZADA

*Nelson Escobar<sup>1</sup>, Aura Sofía Merlano<sup>2</sup>, Ángel Salazar<sup>2</sup>, F. R. Pérez, Hoyos-Palacio Lina Marcela<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Grupo de Investigaciones en Bioingeniería, línea Ingeniería Clínica, facultad de ingeniería agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), Centro de Ciencia Básica, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

<sup>3</sup> Grupo de Biología de Sistemas, línea de nanosistemas, facultad de medicina, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

### Sobre los autores

**Nelson Mora:** Es Ingeniero Mecánico de la Fundación Universidad Incca De Colombia y Magíster en Ingeniería Mecánica de la Universidad de los Andes. Se ha desempeñado como docente investigador desde el año 2007 y clasificado como Investigador Asociado según Colciencias. Actualmente es coordinador académico de la especialización en Ingeniería Biomédica y de la maestría en Ingeniería Área Bioingeniería.

**Correspondencia:** [nelson.escobar@upb.edu.co](mailto:nelson.escobar@upb.edu.co)

**Aura Sofía Merlano:** Es Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Realizó dos períodos de Joven Investigador de Colciencias. Posteriormente en 2017, obtuvo su título de Magister en Ingeniería de la Universidad

Pontificia Bolivariana, sede Medellín y actualmente es estudiante de Doctorado en Ingeniería de la misma universidad como becaria de Colciencias.

**Correspondencia:** [aura.merlano@upb.edu.co](mailto:aura.merlano@upb.edu.co)

**Ángel Salazar:** Es investigador Senior según la clasificación de Colciencias. Recibió su grado de Físico y Magister en Física de la Universidad de Antioquia, y su grado de Doctor en Ciencias Naturales-Física de la Universidad Industrial de Santander, en 1989, 1992 y 2003, respectivamente. Desde 1994 tiene vínculos laborales con la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, y actualmente es profesor titular adscrito al Centro de Ciencia Básica de dicha institución. Se ha desempeñado como docente en los programas de pregrado y posgrado en Ingeniería, y es miembro del Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE), en el cual ha sido investigador en óptica no lineal, específicamente en la física y aplicaciones de los materiales fotorrefractivos. Dentro de sus áreas de interés se incluyen los métodos computacionales en electromagnetismo, la nanoplasmonica, la nanofotónica, y las propiedades y aplicaciones de materiales nanoestructurados base carbono, en particular, los cálculos de primeros principios para la predicción de su comportamiento óptico.

**Correspondencia:** [angel.salazar@upb.edu.co](mailto:angel.salazar@upb.edu.co)

**F. R. Pérez:** Obtuvo su grado profesional en Física en la Universidad de Antioquia en 1989, Magíster en física en la Universidad Industrial de Santander en 2002 y Doctor en Física en la Universidad de Antioquia en 2009. Realizó una pasantía en el Instituto Nacional de Normas y Tecnología (NIST) en Gaithersburg, Estados Unidos sobre procesamiento de señales y datos en espectroscopia vibracional. Actualmente, es profesor titular del Centro de Ciencia Básica de la Universidad Pontificia Bolivariana, del cual fue director entre los años 2012 y 2017, es miembro cofundador del Grupo de Óptica y Espectroscopía (GOE) y líder de la línea de espectroscopía del mismo. Sus intereses de investigación incluyen la caracterización vibracional de óxidos de hierro y nanoestructuras de carbono, simulaciones ab-initio de confinamiento fotónico en nanoestructuras de carbono y los fundamentos de sistemas en la nanoescala. Actualmente, trabaja en nuevos métodos de enseñanza en nanociencia y nanotecnología en la escuela secundaria y en los programas de ingeniería.

**Correspondencia:** [fredy.perez@upb.edu.co](mailto:fredy.perez@upb.edu.co)

Lina Marcela Hoyos Palacio: Es Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín y Doctora en Ingeniería, Energía y Termodinámica de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, con mención Magna Cum Laude. Se ha destacado por sus aportes de investigación en temas como nanotecnología, materiales e ingeniería médica. Ha obtenido reconocimientos como: Investigación de mayor impacto en el año 2015-2016 por la Alcaldía De Medellín en 2016 y Antioqueña de Oro en Ciencia y Tecnología en 2016 por la Gobernación De Antioquia.

**Correspondencia:** [lina.hoyos@upb.edu.co](mailto:lina.hoyos@upb.edu.co)

## **Resumen**

El Modelo Pedagógico Integrado de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) en Medellín, Colombia, facilita la realización de investigaciones multidisciplinarias basadas en educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), promoviendo la formación de estudiantes en áreas de la ciencia e ingeniería, capaces de responder a las necesidades actuales. En este trabajo exponemos los beneficios del uso de un currículo innovador en el proceso de formación doctoral, particularmente el caso de una tesis doctoral en Ingeniería de la UPB centrada en temas de nanociencia y nanotecnología usando una metodología STEM. La investigación involucra el diseño de un material nanoestructurado basado en óxido de grafeno para la degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. Para llevar a cabo este trabajo se realizó una revisión del estado del arte y un estudio de vigilancia tecnológica, un proceso de fundamentación científica, síntesis de nanomateriales, caracterización por microscopía y espectroscopía, pruebas de degradación y realización de modelos numéricos y computacionales. Esta investigación muestra claramente la necesidad de una sólida educación STEM con el propósito de generar y fortalecer la formación avanzada, integrando la ingeniería, ciencia, tecnología y matemática, para soluciones innovadoras con fundamento científico de problemas prácticos.

**Palabras Claves:** Descontaminación, aguas, STEM, Educación, Nanotecnología.

Development of a nanomaterial for water decontamination: A case of STEM approach in advanced training

## **Abstract**

The Integrated Pedagogical Model of the Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) in Medellín, Colombia, facilitates the realization of multidisciplinary research based on STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics), promotes the formation of students in the areas of science and engineering, being capable of responding to current needs. In this paper, we expose the benefits of the use of an innovative curriculum in the doctoral training process, particularly the case of a doctoral thesis in Engineering of the UPB focused on issues of nanoscience and nanotechnology using a STEM methodology. In this paper, a particular case of a doctoral thesis is presented, which is focused on nanoscience and nanotechnology topic using a STEM methodology. The research involves the design of a nanostructured material based on graphene oxide for photocatalytic degradation of organic pollutants present in wastewater. To carry out this work, a review of the state of the art and a study of technological surveillance, a process of scientific substantiation, synthesis of nanomaterials, characterization by microscopy and spectroscopy, degradation tests and realization of numerical and computational models were carried out. This research aims to find solutions to environmental challenges with a multidisciplinary approach that shows the need to have an adequate STEM education with the purpose of generating and strengthening advanced training, by integrating engineering, science, technology and mathematics, for innovative solutions with a scientific basis of practical problems.

**Keywords:** Decontamination, Water, STEM, Education, Nanotechnology.

## **Introducción**

Una de las principales preocupaciones mundiales es el crecimiento de la contaminación del agua por compuestos orgánicos e inorgánicos que surgen de actividades humanas industriales, agrícolas y urbanas. En el último reporte de 2016, el Índice de Desempeño Ambiental (Environmental Performance Index, EPI) anunció que el 90% de las aguas residuales vertidas en los países en desarrollo no son tratadas cuando se liberan al medio ambiente, contribuyendo a altos niveles de contaminación,

eutrofización de cuerpos de agua y mortandad de peces. Así mismo, estimó que 23% de los países no tienen tratamiento de aguas residuales (Hsu & Samuel, 2016). La situación de Colombia es común en Latinoamérica que sigue sin limpiar el 80% de las aguas usadas y que terminan contaminando los ríos y mares (“Tratamiento de aguas residuales en Colombia - Medio Ambiente,” 2017). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 80% de las enfermedades en países en vía de desarrollo están relacionadas con la pobre calidad del agua y la falta de saneamiento (Corporación Ruta N, 2016).

Este panorama, ha obligado a la comunidad científica a investigar en temáticas multidisciplinarias que aporten a la solución de este tipo de problemas medioambientales, tal como las técnicas basadas en nanociencia y nanotecnología, que permiten desarrollar plataformas más eficientes y ambientalmente tolerables para la purificación del agua y la remediación ambiental (Corporación Ruta N, 2016). Los nanomateriales exhiben propiedades tales como una rápida cinética, afinidad específica hacia contaminantes dirigidos, respuesta fotocatalítica mejorada para un amplio espectro de radiación y fuerte actividad antibacteriana. Sin duda, son los candidatos más prometedores para el desarrollo de la próxima generación de tecnología de tratamiento de aguas.

Ahora bien, la formación en temas de nanoescala obliga a desarrollar capital humano calificado y una infraestructura adecuada para obtener el máximo valor de los avances de la nanotecnología, tal como lo expresa el tercer objetivo de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (National Nanotechnology Initiative, NNI). Estudios previos aseguran que la nanotecnología es la base de la próxima revolución industrial, sin embargo, para que estas tendencias mantengan su liderazgo tecnológico y económico, la infraestructura para la educación en nanotecnología debe mejorarse significativamente. En particular, esta infraestructura debe incluir modelos educativos y planes de estudio que institucionalicen una educación interdisciplinaria, efectiva y completa (National Research Council, 2016). Una de las estrategias que se está desarrollando es el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) para la formación de profesionales en éstas áreas, donde la confluencia transversal de diferentes disciplinas, Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, permite responder a las necesidades científicas, académicas y sociales (The United States Department of Education, 2016). Lo que separa el enfoque STEM de la educación tradicional de ciencias y matemáticas es el entorno de aprendizaje

integrando el método científico a la vida cotidiana enfocando las acciones de aprendizaje en las aplicaciones del mundo real para la resolución de problemas (STEM Education Policy, 2016).

Los Indicadores de STEM muestran que la fuerza laboral en áreas de STEM ha experimentado un crecimiento sostenido durante más de medio siglo. El número de trabajadores en éstas áreas creció aproximadamente de 1.1 millones en 1960 hasta 5.8 millones en 2011. Esto representa una tasa anual promedio de 3.3%, mayor que la tasa de crecimiento de 1.5% para la fuerza laboral total (Ver Figura 1).

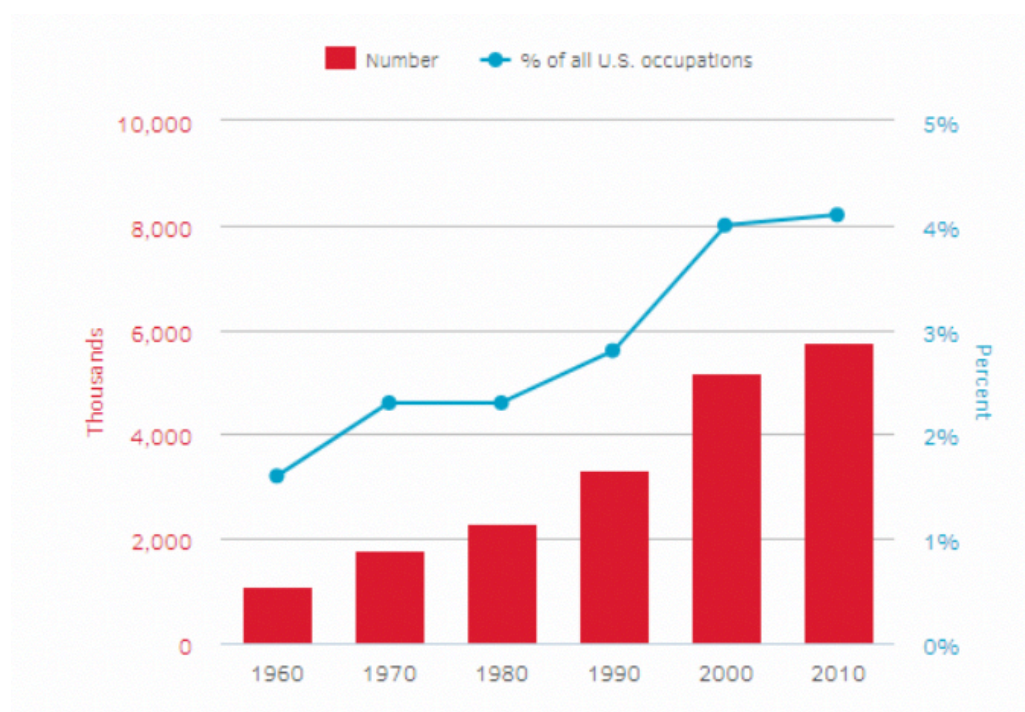


Figura 1 Crecimiento laboral en áreas de STEM en Estados Unidos desde 1960 hasta 2011. Tomado de (National Science Board, 2014).

Es por ello, que la UPB ha declarado un modelo pedagógico que incluye currículos innovadores basados en los siguientes principios: flexibilidad, interdisciplinariedad, integración, interculturalidad contextualización, e internacionalización; y con el eje transversal de investigación e innovación. De esta manera, se adelantan trabajos multidisciplinarios basados en la educación STEM, promoviendo la formación avanzada de estudiantes en áreas de la ciencia e ingeniería, capaces de responder a las necesidades actuales. En este trabajo exponemos el caso particular de una tesis doctoral centrada en temas de nanociencia y nanotecnología usando una metodología STEM. La investigación involucra el diseño de un material nanoestructurado basado en óxido de grafeno para la degradación fotocatalítica de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. El objetivo del trabajo es



evidenciar los beneficios del uso de un currículo innovador en el proceso de formación doctoral a través de una metodología STEM, que involucra una relación entre el enfoque por capacidades humanas y competencias, la formación en investigación e innovación y la mediación por Tecnologías de información y Comunicación (TIC). Dicho trabajo posee varios componentes: involucra estudios fundamentales basados en física y química cuántica para el diseño del material y la predicción de sus propiedades de interés (componente científico), técnicas de caracterización por microscopía y espectroscopía (componente científico y tecnológico), estudios computacionales basados en primeros principios, el análisis estadístico de resultados y la creación e interpretación de modelos (componente científico y matemático), y finalmente la aplicación del material sintetizado en la descontaminación de aguas residuales (componente ingenieril).

Con el fin de identificar las oportunidades y tendencias tecnológicas de esta área de trabajo se realizó un estudio de vigilancia tecnológica sobre patentes y artículos de investigación que contribuyó a fortalecer el estado del arte y a disminuir incertidumbres en el proceso de innovación. Las ecuaciones de búsqueda con las palabras claves arrojaron resultados prometedores como los que se muestran en la Figura 2. El mayor número de patentes de acuerdo a las categorías según la Clasificación Internacional de Patentes (International Patent Classification, IPC) para el año 2018 pertenecen a las clases Co2F1, Co2F101 y B01J20 referentes al tratamiento de aguas, naturaleza del contaminante y adsorbentes sólidos respectivamente, tal como se observa en la Tabla 1. Estos resultados son favorables ya que muestran un área de investigación con grandes oportunidades de trabajo y que, además, están en constante crecimiento donde la fecha promedio de publicación desde el 2017 viene en aumento.

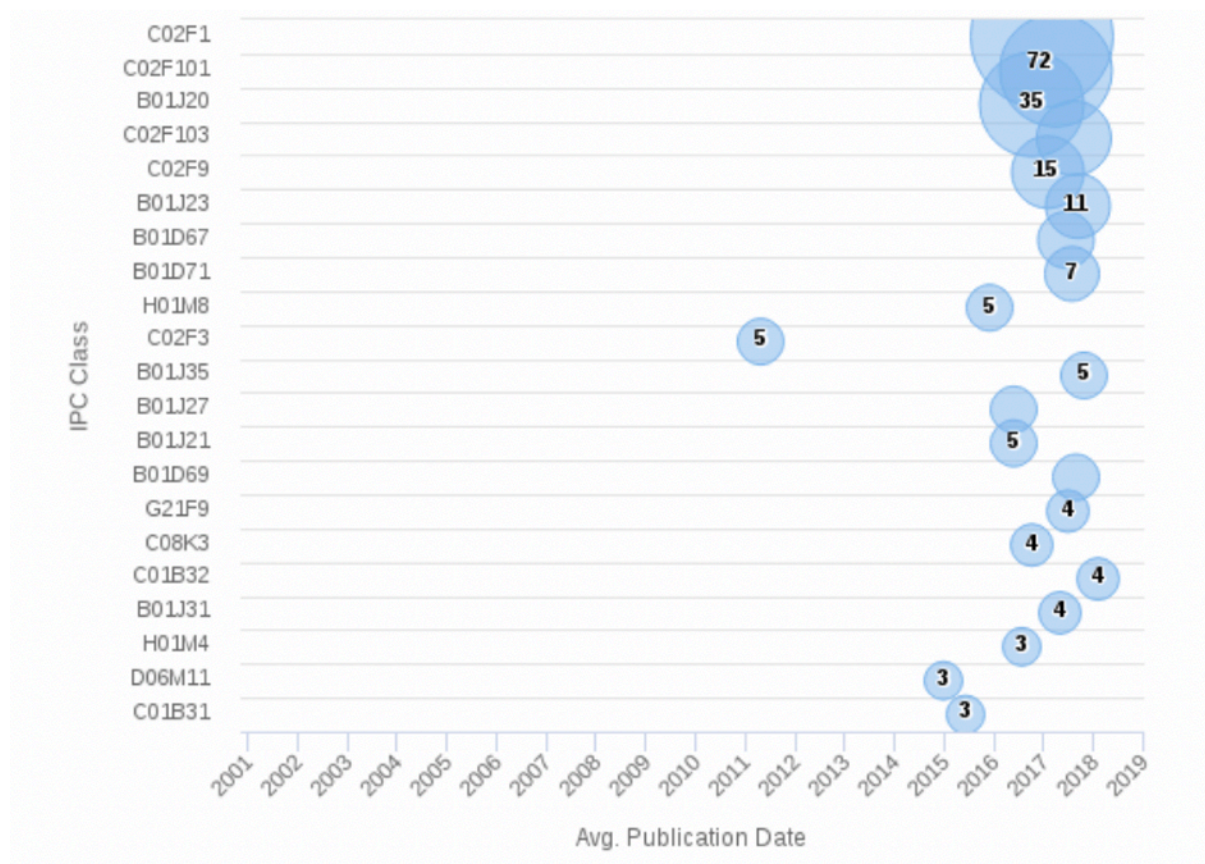


Figura 2 Número de patentes y fechas promedio de publicación por clase IPC. Resultados obtenidos con el Software de investigación de patentes AcclaimIP.

A través de la base de datos de SCOPUS y el Software Vantage Point, se pudo explorar la evolución de las palabras claves de la investigación a lo largo del tiempo en artículos científicos, con el fin de corroborar su pertinencia actual. Tal como se observa en la Figura 3, desde el año 2016 se observa un aumento en palabras como nanocompuesto, óxido de grafeno, tratamiento de aguas y fotocatalisis, lo que confirma el interés y el alcance de este tipo de investigaciones.

Tabla 1 Top 5 de Códigos IPC. Tomado de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/es/>

CÓDIGO IPC	CATEGORÍA
C02F1	Treatment of water, waste water, or sewage
C02F101	Nature of the contaminant, nature of the water, wastewater, sewage or sludge to be treated
B01J20	Solid sorbent compositions or filter aid compositions; Sorbents for chromatography; Processes for preparing, regenerating or reactivating thereof
C02F103	Nature of the water, waste water, sewage or sludge to be treated
C02F9	Multistep treatment of water, waste water or sewage



Figura 3 Evolución de palabras claves en el tiempo en artículos científicos en SCOPUS. Resultados obtenidos con el Software de Vantage Point.

Finalmente, el objetivo de este trabajo es poner en evidencia una investigación que pretende encontrar soluciones a desafíos medioambientales en el tratamiento de aguas residuales, mediante un enfoque multidisciplinario que muestra la necesidad de tener una adecuada educación STEM para generar y fortalecer la capacidad en la formación avanzada, de integrar la ingeniería, la ciencia, tecnología y la matemática, en la búsqueda de soluciones innovadoras con fundamento científico de problemas concretos.

## Metodología

El desarrollo de esta investigación consta de diferentes etapas que fueron previamente definidas y analizadas en reuniones entre el comité tutorial y el estudiante para definir un plan de trabajo. Cada una de estas etapas reflejan la actuación de los componentes científico, matemático, tecnológico e ingenieril característicos de un enfoque STEM. Ahora bien, estas cuatro disciplinas no funcionan como asignaturas separadas y discretas, sino que por el contrario se integran en un paradigma de aprendizaje cohesivo basado en aplicaciones del mundo real (Hom, 2014). En la Figura 4 se muestra un diagrama de flujo que representa la secuencia y metodología llevada a cabo paso a paso.



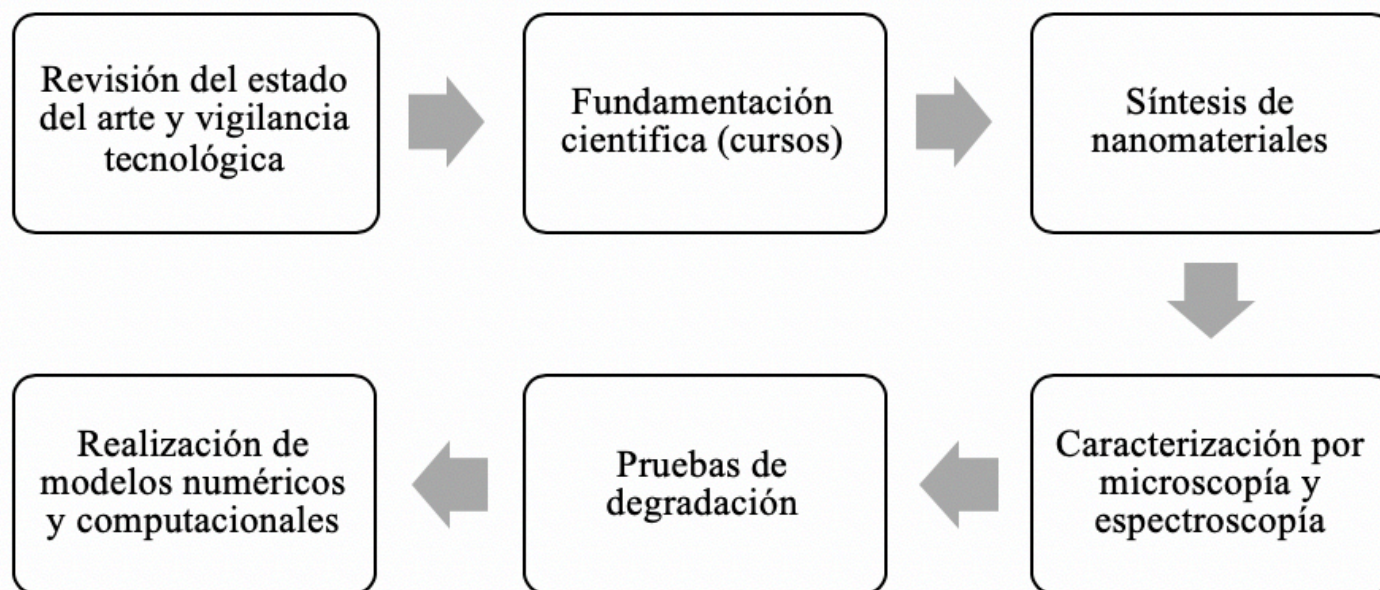


Figura 4 Diagrama de flujo de la metodología empleada en la investigación. Elaboración propia.

### 1. Revisión del estado del arte y estudio de vigilancia tecnológica

Con el fin de conocer los antecedentes sobre los nanomateriales usados para la degradación de contaminantes orgánicos en aguas se hizo una revisión del estado del arte y de la técnica que permitió determinar la frontera de conocimiento actual sobre el problema de investigación. Igualmente, se llevó a cabo un estudio de vigilancia tecnológica sobre el artículos científicos y patentes en el que se recolecto y analizo información sobre el nivel científico del tema, como ha sido el desarrollo tecnológico, cuales son los impactos a nivel social y del consumidor y cifras sobre el mercado. Esto con el propósito de identificar y anticipar oportunidades o riesgos, para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de investigación. Se usó la base de datos de Scopus y los softwares de Patentinspiration, Acclaimip y Vantage Point.

### 2. Formación científica a través de cursos soportados por diversos grupos de investigación

Para adquirir solidez científica se eligieron cursos sobre conocimientos fundamentales en física y química cuántica, materiales y de nanotecnología necesarios para el diseño del nanomaterial, el análisis de sus propiedades y el análisis de los resultados computacionales obtenidos a partir de cálculos de primeros principios. Estos cursos fueron soportados por diferentes grupos de investigación de la UPB, principalmente: Grupo de Óptica y Espectroscopía, el Grupo de Bioingeniería y el Grupo de Nuevos Materiales. En esta etapa se refleja el componente científico, eje transversal que se encarga de hacer que confluyan los distintos saberes y acoplarlos de

tal manera su unión permita el desarrollo y puesta en marcha de la aplicación final del material.

### 3. Síntesis de nanomateriales a escala de laboratorio

Se desarrollaron procesos de síntesis de diversos nanomateriales a escala de laboratorio como nanopartículas metálicas, nanopartículas bimetálicas, nanopartículas de óxidos metálicos, óxido de grafeno y nanocomposites basados en óxido de grafeno. Para ello, se usaron métodos basados en reducción química, precipitación química, Sol-Gel e irradiación con microondas. En esta etapa se observó el componente científico y tecnológico del trabajo.

### 4. Caracterización de nanomateriales por técnicas de microscopía y espectroscopía

Para obtener información estructural, morfológica y química de los materiales sintetizados, fue necesario el uso de equipos de microscopía y espectroscopía. La Tabla 2 resume los principales parámetros que se estudiaron con las técnicas de caracterización, y se evidencia que el uso de estas es imprescindible para la evaluación de las propiedades de los nanomateriales, aquí se refleja el componente tecnológico de un enfoque STEM. Para esta investigación se usaron equipos de la Universidad Pontificia Bolivariana y de la Universidad de Antioquia. Dentro de los más representativos se encuentran el Espectrofotómetro infrarrojo de transformada de Fourier (FTIR), el Microscopio electrónico de barrido (SEM), el Microscopio de fuerza atómica (AFM), el Difractómetro de Rayos X (DRX), el Espectrómetro Raman y el Microscopio de transmisión electrónica (TEM).

Tabla 2 Técnicas espectroscópicas y microscópicas.

MÉTODO DE ANÁLISIS	PRINCIPALES PARÁMETROS
Espectroscopía Raman	Propiedades estructurales y químicas
Espectroscopía Infrarroja por transformada de Fourier (FTIR)	Determinación de la naturaleza química de las especies
Microscopía electrónica de barrido (SEM)	Morfología superficial, composición química
Difracción de rayos X (DRX)	Fases y grado de cristalinidad, tamaño de partícula, distancia interplanar
Microscopía de fuerza atómica (AFM)	Morfologías, tamaños, esfuerzos mecánicos
Microscopía electrónica de transmisión (TEM)	Información topográfica, morfológica, composicional y cristalina.

## **5. Pruebas de degradación**

Para determinar las propiedades fotocatalíticas del nanomaterial sintetizado y analizar su viabilidad en la descontaminación de compuestos orgánicos en aguas residuales es necesario llevar a cabo pruebas de degradación y caracterización. En esta fase de la investigación se manifiesta el componente ingenieril del enfoque STEM, a través de la aplicación final del material sintetizado para la descontaminación de aguas residuales. Entendiendo la Ingeniería como el arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica en todas sus determinaciones (Tobón, Ceballos, Gómez, Gañán, & Vásquez, 2015). Esta etapa aún no se ha culminado ya que la investigación actualmente se encuentra en curso.

## **6. Realización de modelos numéricos y cálculos computacionales**

La investigación para el desarrollo del nanomaterial para el tratamiento de aguas residuales involucró una fase computacional cuyo objetivo es la predicción de las propiedades de adsorción, electrónicas y/o ópticas del nanomaterial, así como, las propiedades estructurales y rutas de degradación del contaminante. Estos estudios se hicieron a partir de cálculos de primeros principios basados en la teoría del funcional de la densidad (Density functional theory, DFT), que se han convertido en un poderoso instrumento de investigación y desarrollo tecnológico. Fundamentalmente la DFT se basa en el riguroso formalismo físico-matemático de la mecánica cuántica, formalismo que requiere de una adecuada comprensión con el fin de ser implementado computacionalmente en un problema de la vida real.

El enfoque computacional da la oportunidad de diseñar y adaptar materiales funcionales basándose en el análisis teórico, produciendo una transición de un enfoque clásico de prueba y error a una estrategia impulsada por los conocimientos a nivel molecular. Para ello se usaron paquetes computacionales como: VASP, QUANTUM ESPRESSO y Abinit. Por otra parte, para darle solidez estadística a los resultados experimentales, se realizará un análisis de varianza (Analysis of Variance, ANOVA).

### **Resultados**

La aplicación de un enfoque STEM en un programa de Doctorado en la UPB permitió la realización de una investigación sobre el desarrollo de un nuevo material usando nanociencia y nanotecnología para aplicación en la descontaminación de compuestos orgánicos en aguas residuales. Esta investigación aún se encuentra en

curso, por lo tanto, presentamos los principales resultados que se han obtenido hasta el momento.

### 1. Síntesis y caracterización morfológica y estructural del óxido de grafeno

Se llevó a cabo el desarrollo de un nanocomposite basado en óxido de grafeno (OG) con nanopartículas de óxidos metálicos incorporadas. Estas estructuras híbridas de OG-nanopartícula son especialmente atractivas porque no sólo presentan las propiedades individuales de sus componentes, que de antemano ya pueden presentar propiedades ópticas, electrónicas, magnéticas y estructurales beneficiosas que no están disponibles en materiales de bulto y de grafeno, sino que también exhiben propiedades ventajosas y a menudo sinérgicas que aumentan considerablemente su potencial para diversas aplicaciones (Hashim et al., 2016).

El OG se define como una capa de grafeno decorada con grupos funcionales oxigenados, como los grupos hidroxilo (OH), carbonilo (C=O) y alcoxi (C-O-C) (Ver Figura 5). La presencia de estos grupos en la superficie y bordes actúan como sitios de anclaje eficaces para inmovilizar especies activas (Pendolino & Armata, 2017). Por su parte, las nanopartículas de OM presentan propiedades físicas y químicas únicas debido a su tamaño limitado y a una alta densidad de sitios superficiales, que las conviertan en catalizadores altamente reactivos (Horikoshi & Serpone, 2013), (Pawar & Sunyong Lee, 2015).

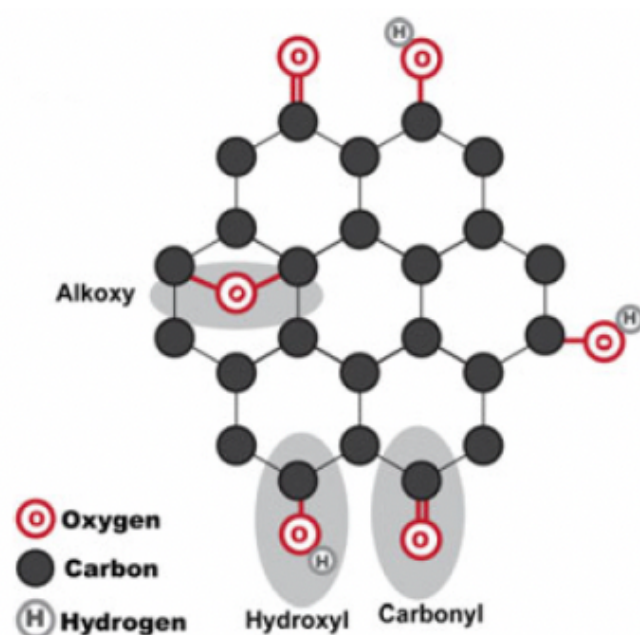
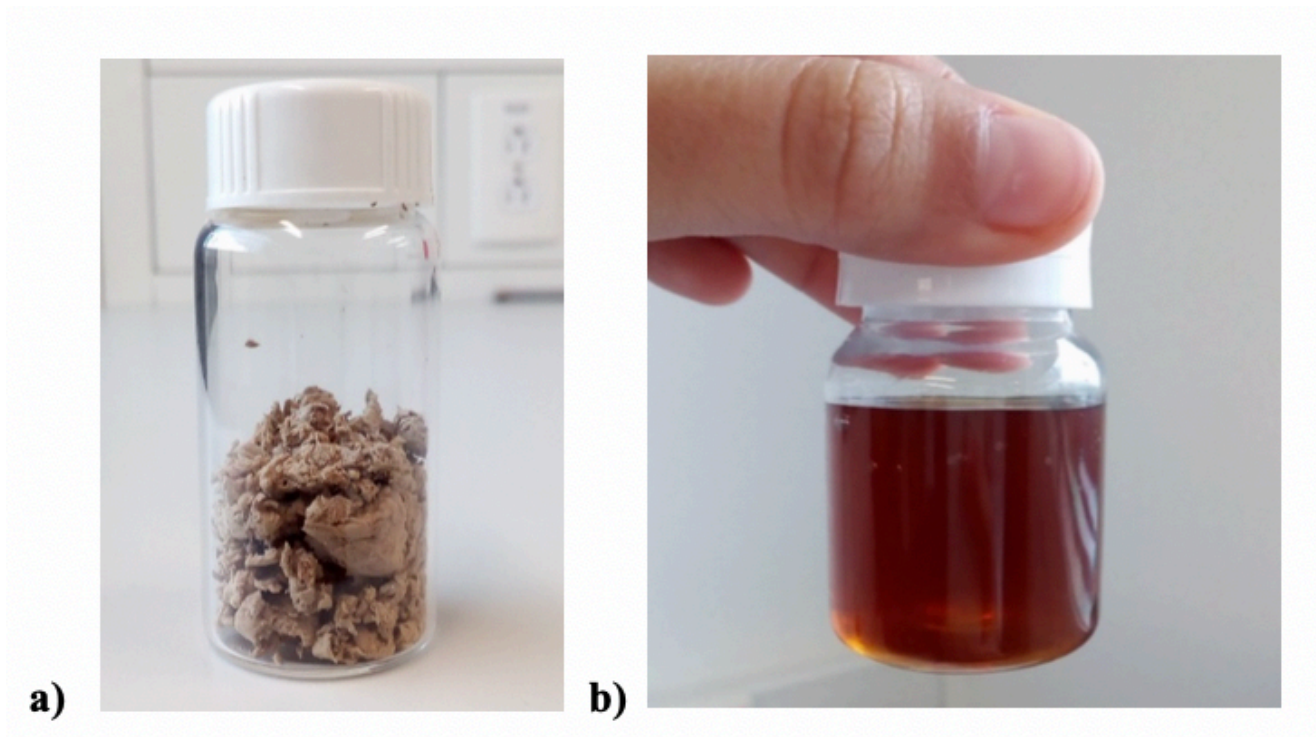


Figura 5 Representación típica de la estructura del OG. Tomado de (Pendolino & Armata, 2017)

En la Figura 6 se presenta el óxido de grafeno en forma de polvo y en suspensión acuosa obtenido mediante una estrategia de arriba abajo ('top-down') basada en la

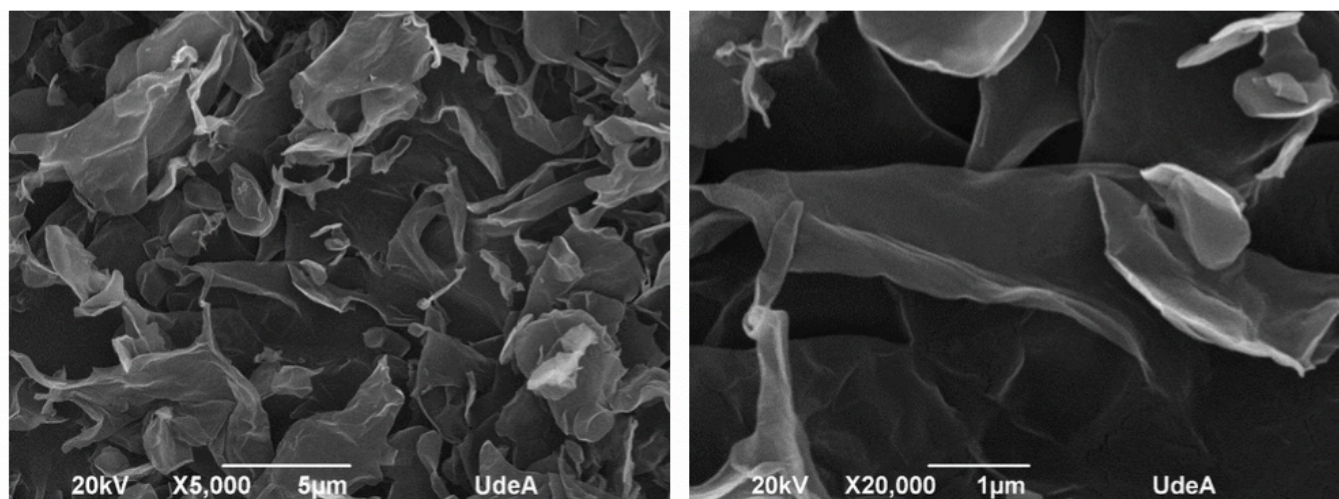


exfoliación en medio acuoso a través de la ruta de síntesis conocida como el Método de Tour (Marcano et al., 2010). Las principales ventajas de este método son: (i) La anulación de gases tóxicos, como  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  o  $\text{ClO}_2$  debido a la sustitución de  $\text{NaNO}_3$  con  $\text{H}_3\text{PO}_4$  y control de temperatura, y (ii) La producción de OG con mayor grado hidrofílico, más oxidado y soluble.

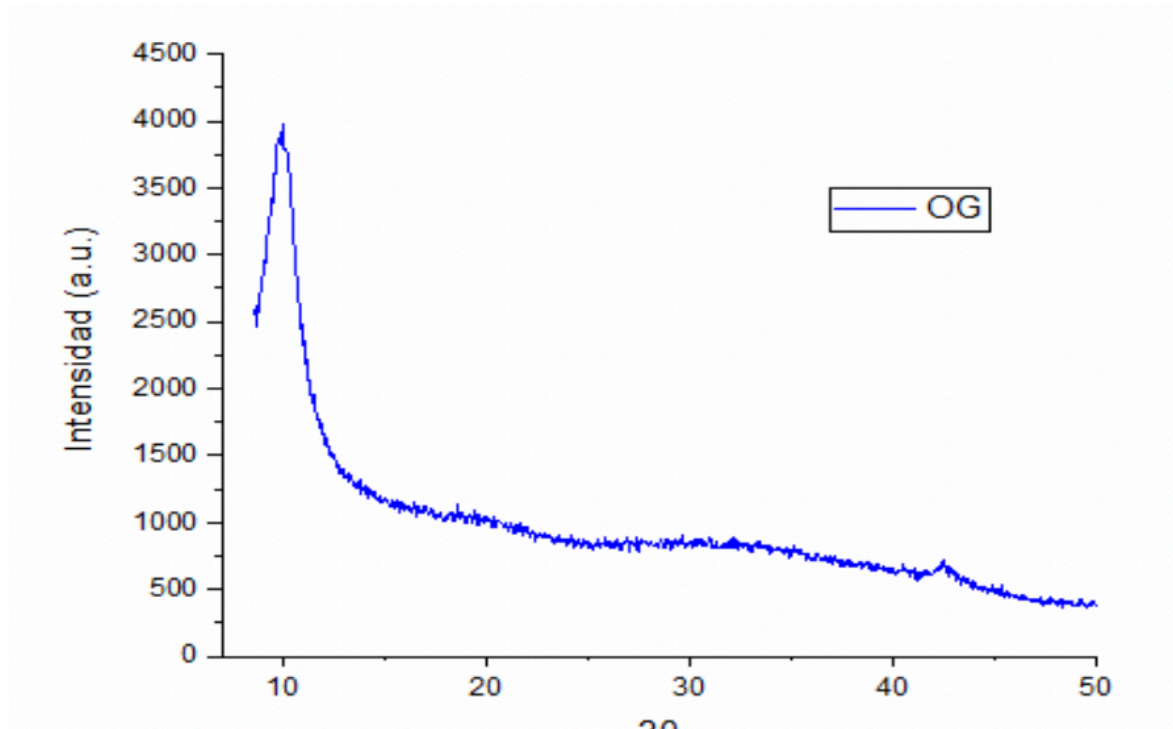


*Figura 6 Óxido de grafeno a) liofilizado b) En suspensión acuosa.*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las caracterizaciones de microscopía electrónica de barrido (SEM) y difracción de rayos X (DRX) para estudiar la morfología superficial, el grado de cristalinidad, tamaño de partícula y la distancia interplanar de las láminas de óxido de grafeno. En la Figura 7 y 8 se presentan las micrografías obtenidas y el patrón de difracción de rayos X respectivamente. En ambos casos se observan resultados acordes con lo reportado en la literatura.

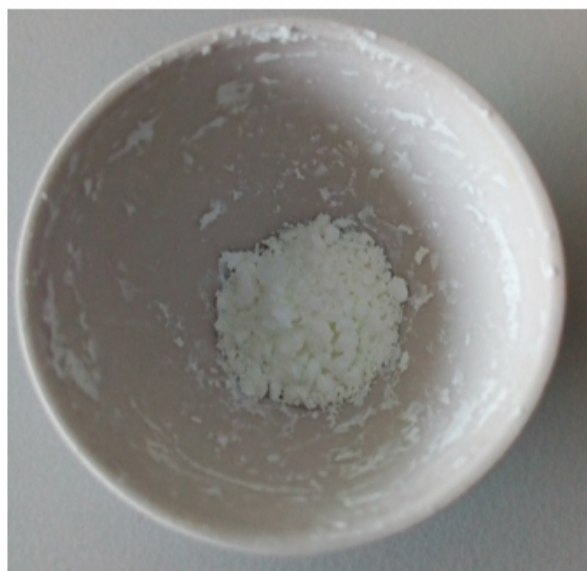


*Figura 7 Micrografías SEM de óxido de grafeno*



## 2. Síntesis de nanopartículas de óxidos metálicos

Se llevó a cabo la síntesis de nanopartículas de Óxido de Zinc (ZnO) mediante el método de precipitación química. Este consiste en la reacción entre un agente reductor (alcalino inorgánico) con una sal de zinc que produce un precipitado soluble o insoluble, que se filtra, lava, seca y calcina. Este proceso se realizó a diferentes temperaturas de calcinación (250, 350, 400, 500, 600°C) para obtener nanopartículas con diferentes morfologías y características. En la Figura 9 se muestra el precipitado seco y calcinado obtenido.



*Figura 9 Muestra de nanopartículas de ZnO.*



### 3. Síntesis de un nanocomposite de OG y nanopartículas de óxidos metálicos

Las nanopartículas de ZnO se incorporaron sobre el OG mediante la técnica de reducción in situ asistido por irradiación con microondas (Hashim et al., 2016). En la Figura 10 se presenta un esquema de dicho proceso. Las principales ventajas de usar este método son: una mejor distribución de tamaño de las nanopartículas, menor aglomeración de hojas de OG, calentamiento rápido y uniforme y ahorro de energía.

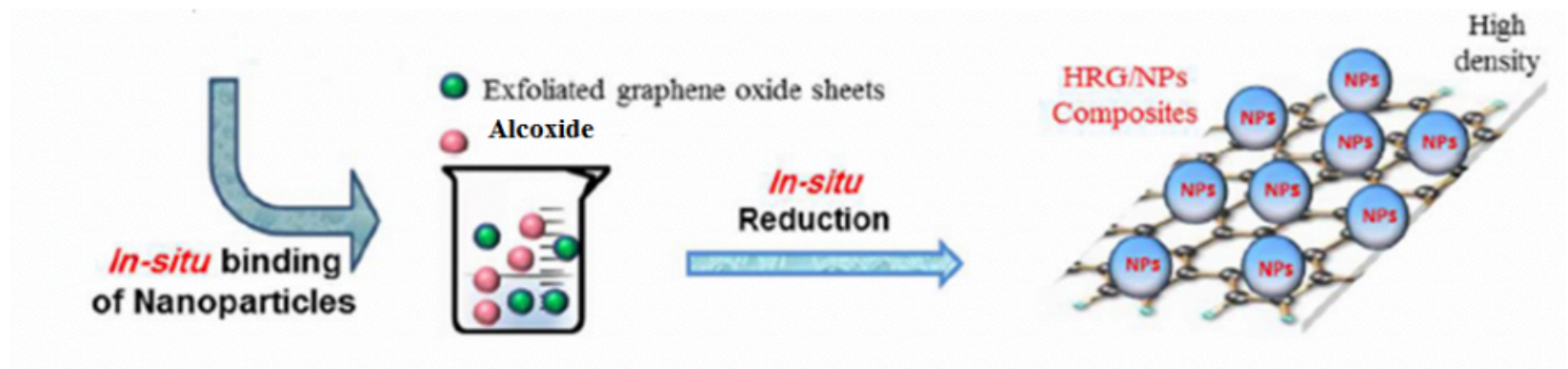


Figura 10 Esquema del proceso de formación de un nanocompuesto usando el método de reducción in situ asistido por irradiación con microondas. Tomado de (Khan et al., 2016).

En la Figura 11 se muestra el aspecto y color que adquiere la suspensión una vez se somete al proceso de reducción por microondas.



Figura 11 Aspecto de una suspensión de un nanocomposite basado en OG y nanopartículas de ZnO.

#### **4. Fortalecimiento de la formación doctoral con enfoque STEM**

La ejecución de este proyecto multidisciplinario permitió fortalecer la formación avanzada con enfoque STEM de una estudiante de Doctorado en Ingeniería en la UPB, a través del desarrollo de habilidades como: investigación, pensamiento crítico y solución de problemas. Actualmente, existe una brecha de género significativa entre la cantidad de hombres y mujeres que estudian profesiones relacionadas con la educación STEM y se han hecho grandes esfuerzos por aumentar en un 40% el número de mujeres en estas actividades. En este sentido, también se obtienen resultados satisfactorios y que van en el mismo sentido de las metas mundiales.

La formación doctoral con enfoque STEM lograda con este proyecto está en concordancia con las necesidades nacionales y mundiales sobre la educación STEM. En 2017, la ciudad de Medellín en Colombia fue nombrada territorio STEM+H (H hace referencia a las Humanidades) con el apoyo de la administración pública y de universidades como la UPB con el fin de implementar un modelo integral de educación basado en metodologías propias de las ciencias, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas que lleven a los estudiantes a explorar y aplicar conceptos dentro de un marco colaborativo e inclusivo y con una sólida formación humana (Jaramillo, 2017). A nivel internacional, países como Singapur, China, Taiwán, Corea del Sur, Canadá, Australia, Alemania y Estados Unidos, se destacan por aplicar la educación STEM (Botero, 2018).

Mundialmente, se están desarrollando políticas que buscan incentivar y aumentar el interés de los estudiantes por las áreas STEM. El Consejo Presidencial de Asesores en Ciencia y Tecnología (President's Council of Advisors on Science and Technology, PCAST) de Estados Unidos, afirma que sólo en Estados Unidos se necesitarán aproximadamente un millón más de egresados en las disciplinas STEM para mantener el ritmo de la creciente demanda de profesionales de éstas áreas (Chen, 2013), (Pelch, 2018). Por otro lado, el Ministro de Educación y Habilidades de Irlanda, Richard Bruton, en la Declaración de Política de Educación STEM 2017-2026 expresó la intención de convertir a Irlanda en un líder europeo en educación STEM para el año 2026 (STEM Education Policy, 2016).

Entonces en un entorno que demanda gran cantidad de profesionales en las áreas de ciencia y tecnología, se considera un gran mérito el desarrollo de trabajos como el que presentamos en este artículo, que fomentan las competencias investigativas, la innovación y el uso de herramientas tecnológicas, para generar

nuevo conocimiento no solo en términos de la ciencia sino también en busca del desarrollo humano y social.

## **Discusión de resultados**

Una de las soluciones más atractivas para la remediación ambiental es la recuperación y reutilización de aguas residuales para asegurar el desarrollo y la gestión sostenible del agua (Ong, Ng, & Mohammad, 2018). Para ello, se requieren tecnologías de tratamiento de aguas con una mayor eficiencia, menor costo y ambientalmente aceptables.

En este contexto, muchos países en desarrollo investigan cómo se podría mejorar el acceso al agua limpia a través de la nanotecnología, y en la última década se ha intensificado el trabajo con nanopartículas a nivel de laboratorio para su tratamiento. Algunos países como Brasil, China, India, Arabia Saudita y Sudáfrica cuentan con centros de investigación dedicados a la nanotecnología enfocada al tratamiento de aguas. Según organizaciones como la NASA (National Aeronautics and Space Administration) y la NSF (National Science Foundation), la nanotecnología está llamada a convertirse en un sector estratégico en la mayor parte de las economías avanzadas de todo el mundo (Touzalin et al., 2016).

Algunos de los impactos que se obtienen a corto y mediano plazo debido a la investigación de nanomateriales avanzados para dar solución a los problemas sociales y de contaminación ambiental son:

- Implementación de tecnologías limpias para reducir o eliminar el impacto ambiental.
- Identificación de alternativas para el tratamiento de aguas más eficaces, eficientes, duraderas y menos contaminantes.
- Reducción de costos. Inicialmente la nanotecnología requiere de mucha inversión en investigación, pero una vez adoptada la tecnología, se reducirán sustancialmente los costos para el tratamiento del agua. Los contaminantes pueden ser removidos de forma más efectiva, incluso en pequeñas concentraciones debido a la

mayor especificidad de nanotecnología y el desarrollo de materiales adaptados para usos específicos.

Lo anterior muestra que la incorporación de nuevas tecnologías para la recuperación de aguas residuales es fundamental para el desarrollo integral del país y el trabajo desarrollado en esta investigación muestra avances significativos en esta vía. Los nanomateriales se están implementando cada vez más para la eliminación de compuestos orgánicos mediante procesos oxidación avanzados debido a su gran potencial como una tecnología de química verde (An & Yu, 2011), (Santhosh et al., 2016)(Adeleye et al., 2016)(Anjum, Miandad, Waqas, Gehany, & Barakat, 2016), (Molins, 2008), (Srikanth et al., 2017). Es por esto, que la síntesis de nuevos nanomateriales como los nanocomposites de OG con nanopartículas de óxidos metálicos incorporadas aquí presentados, se considera el paso fundamental en el desarrollo y gestión de tecnologías ambientalmente adecuadas para la eliminación de contaminantes orgánicos en aguas residuales.

## **Conclusiones**

En este trabajo se mostró un ejemplo de cómo el Modelo Pedagógico Integrado de la Universidad Pontificia Bolivariana, apoyado en sus principios de flexibilidad, interdisciplinariedad, integración, interculturalidad contextualización, e internacionalización facilita la realización de investigaciones multidisciplinarias basadas en educación STEM, promoviendo el fortalecimiento de la formación de una estudiante de Doctorado en las áreas de la ciencia e ingeniería, siguiendo los lineamientos mundiales sobre la necesidad de formar profesionales capaces de responder a las necesidades actuales en una sociedad que enfrenta nuevos retos en el sector ambiental, de salud y seguridad. En este trabajo se llevó a cabo una investigación enmarcada dentro de una tesis doctoral enfocada hacia el desarrollo de un nuevo material que puede ser usado en la eliminación de contaminantes orgánicos en aguas residuales usando nanociencia y nanotecnología. Esta investigación es una evidencia de los beneficios y oportunidades que brinda un currículo innovador mediante una metodología STEM para la generación de posibles soluciones a desafíos medioambientales que no se pueden abordar con las tecnologías convencionales, sino que demandan ideas innovadoras con fundamento científico.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación obtenida por parte del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) de Colombia a través de la Convocatoria de Doctorados Nacionales No. 727 de 2015. De igual manera, se agradece el apoyo financiero obtenido de la Universidad Pontificia Bolivariana – Medellín.

## Referencias

Adeleye, A. S., Conway, J. R., Garner, K., Huang, Y., Su, Y., & Keller, A. A. (2016). Engineered nanomaterials for water treatment and remediation: Costs, benefits, and applicability. *Chemical Engineering Journal*, 286, 640–662. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2015.10.105>

An, X., & Yu, J. C. (2011). Graphene-based photocatalytic composites. *RSC Advances*, 1(8), 1426. <https://doi.org/10.1039/c1ra00382h>

Anjum, M., Miandad, R., Waqas, M., Gehany, F., & Barakat, M. A. (2016). Remediation of wastewater using various nano-materials. *Arabian Journal of Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.10.004>

Botero, J. (2018). La educación Stem, hoy más importante que nunca. Retrieved September 13, 2018, from <http://unperiodico.unal.edu.co/pages/blog/detail/la-educacion-stem-hoy-mas-importante-que-nunca/>

Chen, X. (2013). STEM Attrition: College Students' Paths Into and Out of STEM Fields Statistical Analysis Report. Retrieved from <https://nces.ed.gov/pubs2014/2014001rev.pdf>

Corporación Ruta N. (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad Nanotecnología para el tratamiento de aguas. Retrieved from [www.brainbookn.com](http://www.brainbookn.com)

Hashim, N., Muda, Z., Hussein, M. Z., Isa, I. M., Mohamed, A., Kamari, A., ... Jaafar, A. M. (2016). A brief review on recent graphene oxide-based material nanocomposites: Synthesis and applications. *Journal of Materials and Environmental Science*, 7(9), 3225–3243.

Hom, E. (2014). What is STEM Education? Retrieved September 12, 2018, from <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>



Horikoshi, S., & Serpone, N. (2013). Introduction to Nanoparticles. In *Microwaves in Nanoparticle Synthesis: Fundamentals and Applications*. Tokyo. <https://doi.org/10.1002/9783527648122.ch1>

Hsu, A., & Samuel, K. (2016). 2016 Environmental Performance Index. Yale Center for Environmental Law & Policy. Retrieved from [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu).

Jaramillo, J. (2017). Nuevo modelo educativo para toda América Latina se gestará en Medellín | UPB. Retrieved September 13, 2018, from <https://www.upb.edu.co/es/noticias/nuevo-modelo-educativo-para-toda-america-latina-se-gestara-en-medellin>

Marcano, D., Kosynkin, D., Berlin, J., Sinitskii, A., Sun, Z. hengzong, Slesarev, A., ... Tour, J. (2010). Improved Synthesis of Graphene Oxide. *Acs Nano*, 4(8), 4806–4814. <https://doi.org/10.1021/nn1006368>

Molins, R. (2008). Oportunidades y amenazas de la nanotecnología. *ComunIIC4*, 4(Enero-Abril), 38–53.

National Research Council. (2016). *Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington, D.C.: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/23603>

National Science Board. (2014). *Science and Engineering Indicators*. National Science Foundation. <https://doi.org/10.1002/ejoc.201200111>

Ong, C. B., Ng, L. Y., & Mohammad, A. W. (2018). A review of ZnO nanoparticles as solar photocatalysts: Synthesis, mechanisms and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(August 2017), 536–551. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.020>

Pawar, R., & Sunyong Lee, C. (2015). *Heterogeneous for Water Purification Heterogeneous Nanocomposite-Photocatalysis for Water Purification*. (W. Andrew, Ed.). Oxford: Elsevier.

Pelch, M. (2018). Gendered differences in academic emotions and their implications for student success in STEM. *International Journal of STEM Education*, 15. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0130-7>

Pendolino, F., & Armata, N. (2017). Graphene Oxide in Environmental Remediation Process. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-60429-9>

Santhosh, C., Velmurugan, V., Jacob, G., Jeong, S. K., Grace, A. N., & Bhatnagar, A. (2016). Role of nanomaterials in water treatment applications: A review. *Chemical Engineering Journal*, 306, 1116–1137. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.08.053>

Srikanth, B., Goutham, R., Badri Narayan, R., Ramprasath, A., Gopinath, K. P., & Sankaranarayanan, A. R. (2017). Recent advancements in supporting materials for

immobilised photocatalytic applications in waste water treatment. *Journal of Environmental Management*, 200, 60–78. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.05.063>

STEM Education Policy. (2016). STEM Education Policy Statement 2017-2026.

The United States Department of Education. (2016). STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education. U.S. Department of Education Workshop. Retrieved from [https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026\\_Report\\_2016.pdf](https://innovation.ed.gov/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf)

Tobón, R., Ceballos, J., Gómez, Á., Gañán, P., & Vásquez, R. (2015). *Informa de Transformación Curricular - Maestría en Ingeniería*. Medellín.

Touzalin, A. de, Marcus, C., Heijman, F., Cirac, I., Murray, R., & Calarco, T. (2016). Quantum Manifesto. Retrieved from [http://qurope.eu/system/files/u7/93056\\_Quantum\\_Manifesto\\_WEB.pdf](http://qurope.eu/system/files/u7/93056_Quantum_Manifesto_WEB.pdf) %5Cnhttp://qurope.eu/manifesto

Tratamiento de aguas residuales en Colombia - Medio Ambiente. (2017). Retrieved August 15, 2017, from <http://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-69962>