

REVISTA

# TECKNE

ISSN 1909- 793X

Bogotá D.C., Diciembre de 2017

Volumen 15 No. 2, p. 1-70.



©Editorial Fundación Universitaria Horizonte  
©Revista Teckne

**ISSN 1909-793X**  
Abreviatura para notas a pie de página,  
listas y referencias bibliográficas: Rev. Teckne

Volumen 15  
Número 2  
Diciembre de 2017  
Periodicidad Semestral

Esta revista tiene productos revisados por  
los miembros del comité de árbitros.

## DIRECTIVOS UNIHORIZONTE

**María Viviana Torres Ortega**  
Representante legal

**Carlos Eduardo Rodríguez Pulido**  
Rector

**MSc. Carlos Andrés Gómez Vergara**  
Vicerrector Académico y de investigaciones

**Paula Andrea Gutierrez**  
Secretaria General

## PARES EVALUADORES

**Humberto José Centurión Cadena**  
*Magíster en Educación Superior*  
Docente e investigador  
Instituto Tecnológico Superior de Motul

**Denice Dayanira Cano Barrón**  
*Magíster en investigación educativa*  
Docente e investigadora  
Instituto Tecnológico Superior de Motul

**Dustin Tashin Gómez Rodríguez**  
*Magíster en estudio y gestión del desarrollo*  
Docente y líder investigador  
Universidad San Buenaventura-Sede Bogotá/Corporación Unificada Nacional (CUN)/Uniempresarial

**Willian Michell Vélez Candia**  
*Doctor en educación y docencia, Magíster en ingeniería de Software*  
Docente e investigador  
Fundación Universitaria Horizonte/Fundación Universitaria San Martín

**Santiago Felipe Arteaga Martín**  
*Candidato a Magíster en arquitecturas de tecnologías de la información*  
Investigador/Director\_General  
Universidad de los Andes/Prometheus Workshop S.A.S.

**Norma Constanza Berdugo Silva**  
*Doctora en Educación, Magíster en Gestión de Organizaciones*  
*Especialista en Mercadeo de Servicios y en Docencia Universitaria*  
Docente investigadora y Directora de especialización  
Universidad Militar Nueva Granada

## EDITORIA

**MSc. Luisa Alejandra García Galindo**  
*Docente e investigadora*  
Fundación Universitaria Horizonte  
garcia\_luisa@unihorizonte.edu.co

## COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO

**Diana Paola Tamayo Figueiroa**  
*Microbióloga Industrial, Pontificia Universidad Javeriana*  
Magíster en Ingeniería ambiental-modalidad Investigación  
Investigadora/Coordinadora  
Universidad Nacional de Colombia/Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).

**Aura Angélica Hernández Cárdenas**  
*Socióloga*  
Magíster en Antropología social y cultural, Université de Porvence/  
Aix-Marseille I  
Docente e Investigadora  
Fundación Universitaria Minuto de Dios

**Patricia Hernández Viña**  
*Licenciada en educación*  
Magíster y especialista en Docencia e Investigación, Universidad Sergio Arboleda  
Docente e investigadora  
Escuela de posgrados de la Fuerza aérea, Universidad Autónoma de Colombia.

## CORRECCIÓN DE ESTILO

**Luisa Alejandra García Galindo**  
*Correctora de estilo principal*

**Luz Constanza Hernández Martínez**  
*Correctora de estilo de apoyo*

## DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**Mauricio Sánchez**  
*Diseñador gráfico*  
Fundación Universitaria Horizonte

**Sofía Calderón**  
*Diseñador gráfico*  
Fundación Universitaria Horizonte

## CONTENIDO

### **EDITORIAL: ¿QUÉ PASARÁ CON LA EDUCACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EN DESARROLLO LUEGO DEL CAMBIO DE GOBIERNO?**

### **EL MODELO RED NEURONAL ARTIFICIAL (RNA) COMO ESTRATEGIA INTERDISCIPLINAR PARA EL ACERCAMIENTO A LA COMPRENSIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

R.D. Suárez Olarte y C.A. Martínez Morales ..... 10

### **DESCUBRIENDO LA RESERVA THOMAS VAN DER HAMMEN**

Y.A. Calderón, C.E. Granados, T.C. Simijaca y D.P. Tamayo-Figueroa ..... 20

### **ESTILOS DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS**

C.A. Ocampo Medina ..... 28

### **EL TIEMPO COMO RECURSO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL**

R.M. Suárez Castro ..... 35

### **DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO A TRAVÉS DE UN FILTRO BIOLÓGICO Y UN SISTEMA DE BIORREMEDIACIÓN PARA LAS AGUAS CONTAMINADAS CON METALES PESADOS**

A. León Agatón y U.F. Carreño Sayago ..... 42

### **ALGORITMO DE ALINEACIÓN DE SECUENCIAS PARA ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL**

G.A. Higuera-Castro, L.Y. López Osorio, A.Y. Yara Rodríguez y L.A. Tapias ..... 50

### **LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE PRESENTE EN EL XIV CONGRESO “LA INVESTIGACIÓN EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA”**

L.A. García-Galindo ..... 60

### **I CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE OCUPACIONAL UNIHORIZONTE**

C.A. Martínez-García ..... 63

### **III ENCUENTRO INTERINSTITUCIONAL DE SEMILLEROS FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE Y CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REPUBLICANA**

C.A. Martínez-García ..... 66

## Editorial

---

### ¿QUÉ PASARÁ CON LA EDUCACIÓN, LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO LUEGO DEL CAMBIO DE GOBIERNO?

Sin duda alguna, el rumbo que ha de tomar la educación en el país, al menos durante los próximos cuatro años, dependerá en gran medida de las decisiones de quien llegue a gobernar desde la Casa de Nariño. No obstante, desde hace algunos meses, y muy seguramente, en los que queden por venir previos a las elecciones presidenciales, se saturará a la opinión pública de información confusa con relación a las propuestas, que para este punto fundamental, presenta cada candidato.

Para poder tomar una decisión acertada respecto a la elección de un candidato que permita y decrete mejoras, no sólo en el aspecto de la educación, la ciencia y la tecnología, que es puntualmente el tema de interés de este escrito, sino en todos aquellos que son pilares para su adecuada ejecución y control, se hace necesario que desde las instituciones académicas, tanto las directivas como investigadores y docentes cumplan una de las tareas más trascendentales dentro de las que les han sido encomendadas socialmente: enseñar a decidir.

Es necesario aclarar, que en ningún momento y bajo ninguna circunstancia, se hace referencia con esto a que los maestros digan a sus estudiantes por quien votar, o intenten llevarlos a coincidir con sus opiniones políticas. Por el contrario, la propuesta busca, que mediante las diversas estrategias que desde la libertad de cátedra se pueden encontrar, se permita a los estudiantes ahondar en el aula sobre las propuestas que cada candidato presenta, desarrollando en ellos no sólo las competencias ciudadanas, la lectura y el pensamiento crítico que las pruebas estatales proclaman, sino también mostrándoles todas las posibles aristas de la información, para fortalecer un voto más reflexivo y consciente.

Lo anterior, parte de como se expresó previamente, del papel de “informar” que han cumplido en la sociedad de forma tradicional los medios de comunicación, ha llevado más a una desinformación segmentada por intereses políticos y económicos, que a permitir una transmisión de hechos a la ciudadanía para que esta los analice y pueda tomar una alternativa responsable. A lo cual se suma que desde la academia no se procura robustecer una educación política que lleve a los jóvenes establecer diferenciales en las propuestas, validar las promesas e investigar antecedentes y acciones de los candidatos.

Dentro de las opiniones de expertos como Julián De Zubiría, Luis Eduardo Varela y la Asociación Colombiana de Universidades (ASCUN), se considera que una de las tareas inaplazables de la agenda del nuevo presidente debe ser el garantizar la calidad y un mayor cubrimiento en el derecho de la educación, involucrando para esto todas las fuerzas económicas, políticas y sociales de la nación. Adicionalmente, mencionan que la inversión nacional en educación superior, debe aumentar logrando al menos igualar la de otros países de Latinoamérica, frente a los cuales estamos rezagados en este aspecto; así como buscar controlar la deserción estudiantil en todos los niveles

que está a su vez acompañada del bajo acceso a la educación superior. No obstante, dentro de los retos está la escasez de fondos y la inequidad en la asignación de recursos.

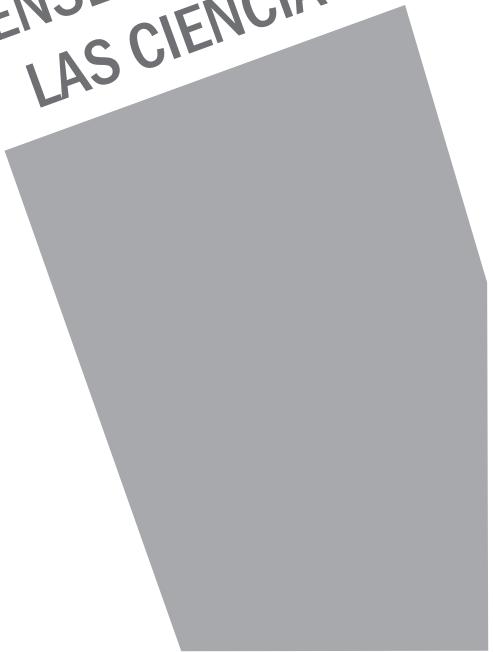
Cabe aclarar que sería ingenuo creer que todos los cambios estructurales deben girar en torno al gobierno de turno, pues en cada persona y por lo tanto en el quehacer social, se encuentra la libertad para actuar con la cual es posible llevar un tipo de vida u otra de acuerdo a lo que somos capaces de hacer y a lo que como sociedad nos propongamos, logrando desarrollar demandas sociales, económicas y políticas para construir una sociedad libre e igual para sus miembros, de acuerdo con lo planteado por el economista y filósofo Amartya Sen.

Es por todo lo anterior que desde TECKNE se invita a todos aquellos vinculados a la academia, sin importar su especialidad del conocimiento, a hacer parte de estos procesos, pues para responder a la pregunta que titula esta editorial, con la educación, la investigación, la ciencia, la tecnología y por ende con el desarrollo de Colombia ocurrirá lo que cada uno de nosotros escoja para el país, comprendiendo que es responsabilidad de todos hacer eco en las propuestas de los expertos para que sean tomados como guía por el gobierno entrante.

Finalmente, como reflexión, cierro citando la consigna del movimiento ciudadano contrato social por la educación superior de Ecuador: “*Si tu candidato no sabe cómo cambiar la educación, cambia de candidato*”.

MSc. Luisa Alejandra García Galindo  
Docente e Investigadora  
Editora de la revista TECKNE





ENSEÑANZA DE  
LAS CIENCIAS

# EL MODELO RED NEURONAL ARTIFICIAL (RNA) COMO ESTRATEGIA INTERDISCIPLINAR PARA EL ACERCAMIENTO A LA COMPRENSIÓN DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

---

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) MODEL AS AN INTERDISCIPLINARY STRATEGY FOR THE APPROACH TO THE UNDERSTANDING OF ELECTRICAL CIRCUITS

---

R.D. Suárez Olarte<sup>1</sup> y C.A. Martínez Morales<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico. Empleando este modelo, se involucraron ejes temáticos de la biología, la química, la tecnología, las matemáticas y la física buscando posibilitar un recurso alternativo e innovador, enmarcado en lo interdisciplinario, para desarrollar el tema de los circuitos en serie y en paralelo de manera que garantizara cambiar el paradigma de la escuela tradicional y develara nuevos mejores resultados en la enseñabilidad. Para este fin, se recolectó información de los conocimientos previos de los estudiantes a través de encuestas y se realizó paralelamente una contextualización con ellos. Luego se llevó a cabo una fase experimental y de analogía, para finalmente socializar los resultados. Como las conclusiones más importantes de este estudio se obtuvo una alta motivación de los estudiantes debido a la forma en la que se presentó la temática, se afirma además que la actividad docente enriquecida con una diversidad de procesos que se aislen un poco de las mecánicas tradicionales (uso del tablero, apuntes y evaluaciones escritas), permite una mejor aprehensión del conocimiento y que lo interdisciplinar y lo disciplinar van de la mano, pues no se puede entender un objeto de conocimiento de manera más ideal si no se le relaciona con otros saberes y contextos.

**PALABRAS CLAVE:** enseñanza-aprendizaje, interdisciplinariedad, metodologías alternativas.

## ABSTRACT

Artificial Neural Networks (ANNs) are networks massively interconnected in parallel of simple elements with hierarchical organization, which try to interact with objects in the real world in the same way as the biological nervous system does. Using this model, thematic axes of biology, chemistry, technology, mathematics and physics were involved, looking for an alternative and innovative resource, framed in the interdisciplinary, to develop the theme of the circuits in series and in parallel so that it will guarantee changing the paradigm of the traditional school and will reveal new better results in the teaching ability. For this purpose, information was collected through surveys of the students' prior knowledge and a contextualization was made with them. Then an experimental and analogy phase was carried out to finally socialize the results. The most important conclusion of this study was that high motivation of the students was obtained mainly due to the way in which the theme was presented. Also the teaching activity enriched with a diversity of processes that isolate a bit from the traditional mechanics (use of the board, notes and written evaluations), allows a better apprehension of the knowledge and that the interdisciplinary and the disciplinary act together, because you can not understand an object of knowledge in a more ideal way if it is not related to other knowledge and contexts.

**KEYWORDS:** teaching-learning, interdisciplinarity, alternative methodologies.

## I. INTRODUCCIÓN

Acogerse rígidamente a una estructura temática impuesta no es siempre lo más conveniente. Algunas estrategias de enseñanza-aprendizaje que se siguen utilizando crean apatía en el estudiante, en tanto este las devela como antagónicas a su contexto real, lo cual ha generado que una pregunta se generalice en las escuelas y es ¿y eso para qué me sirve? La educación colombiana desde la mirada política, se ha prestado para la infamia de concebir la educación como el espacio de cualificación de la mano de obra, una formación por competencias que invita a los jóvenes a aprender a hacer cosas, es decir la mecanización del aprendizaje, en pocas palabras “Enseñamos los conocimientos del siglo XIX los maestros del siglo XX a estudiantes del siglo XXI” (De Zubiria, 2013, p. 2).

Las nuevas formas de enseñabilidad, la dinámica del país, pero sobre todo la lógica diaria de la escuela, invitan a reflexionar constantemente sobre la finalidad de la educación: El cómo, el para qué, el por qué y a quién se forma, son elementos que diariamente debiesen convertirse en el eje principal de las discusiones de los escenarios académicos (Escuelas, programas de formación posgradual, entes de regulación educativa, etc.) y no redundar en la absurdidad de pensarse la educación desde la literatura o peor desde el escritorio. En palabras del maestro Boaventura de Sousa (2011) “Las epistemologías del sur son un llamado al reconocimiento del pensar y el sentir de las clases invisibilizadas por las discursivas hegemónicas” (p.14). Es en este sentido que el surgimiento de propuestas desde la escuela y para la escuela, posibilitan reorientar la actividad de la enseñabilidad en función de los sujetos y no en función del sistema.

La Innovación por ejemplo, es una apuesta para responder y tensionar el modelo transmisionista y mecánico en el que se ha caído en los últimos años en las escuelas. Innovar se convierte entonces en una concepto clave para la educación. Innovar en la enseñabilidad, innovar en evaluación, innovar en espacialidad, innovar en la temporalidad, en conclusión innovar la escuela. Si el modelo invita a responder a las necesidades del sistema, la escuela desde la innovación debe invitar a este a reevaluar su finalidad. Es así como:

Tomamos de las teorías constructivistas de la psicología el enfoque de que el aprendizaje es mucho más una reconstrucción que una transmisión de conocimientos.

A continuación extendemos la idea de materiales manipulables a la idea de que el aprendizaje es más eficaz cuando es parte de una actividad que el sujeto experimenta como la construcción de un producto significativo (Papert, 1980, párrafo 5).

Lo anterior se reafirma con la siguiente reflexión realizada por uno de los estudiantes participantes en la presente investigación: *Nos encontramos siempre en el mismo espacio de encierro, los apuntes se deben llevar siempre un cuaderno, pasamos entre 6 y 8 horas diarias de nuestra vida frente de una pizarra y aun nos cuesta entender para que aprender cosas que jamás voy a utilizar.*

Frente a esto Papert (1980) sugiere la idea de hacer invenciones que enriquezcan los procesos dentro del aula aprovechando la curiosidad que genera el manejo de elementos con los que el estudiante no ha tenido antes contacto. Es importante resaltar la importancia de la combinación de estrategias entendiendo dicho aprendizaje como la recolección de elementos de pensamiento que uno a uno se relacionan y forman un todo (teoría de la Gestalt). Es decir, la formalización de los conceptos está asociado a una interrelación dinámica que se encuentra solo en el dialogo entre diversos métodos de aprendizaje (historia, experiencia, lógica, matemáticas, epistemología, etc.).

Es importante entonces, entender que el proceso de aprendizaje nunca será un producto terminado, es como la labor de escribir; siempre que se releen los textos que se han escrito, se encontrarán ideas que pueden ser modificadas para darle cada vez mejor forma y sentido a lo que se quiere manifestar o materializar. Claro está que ello se logra si este proceso de reflexión es continuo. En ese orden de ideas, la lectura que se le hace a los estudiantes y al contexto debe ser una tarea sistemática, la cual permita encontrar esos elementos sintácticos (a modo analógico), que imposibilitan materializar de forma adecuada el proceso de enseñabilidad (Álvarez, 2001).

Estas construcciones o productos se pueden resaltar a partir de las capacidades que hacen a cada estudiante un mundo diferente. Parte de la evaluación está en considerar esas fortalezas que los hacen sobresalir unos entre otros, por tanto, un reconocimiento de sus actitudes es de vital importancia para el trabajo en equipo, ya que algunos serán más capaces de realizar cuadros sinópticos, esquemas, tablas; otros trabajarán

mejor en la parte del análisis literario y crítico, de la misma forma con las artes, los deportes, el análisis matemático, etc. Estos elementos son poco empleados en las aulas, pues resulta más sencillo <<evaluar a todos los estudiantes de la misma manera>>.

El presente artículo muestra una estrategia interdisciplinaria que permite a los estudiantes indagar en torno a un tema en particular, en este caso los elementos básicos que hacen parte de un tema fundamental de la física, pero tomando como punto de partida elementos de conocimiento recogidos en asignaturas como biología, tecnología, matemáticas, química y por supuesto de su contexto cotidiano.

Lo que se busca entonces, es proporcionar al lector de un recurso alternativo para llevar el tema de los circuitos en serie y en paralelo de una manera más amable a partir del uso de analogías, con el fin que los estudiantes que circundan por estas temáticas, puedan formalizar las leyes de Ohm, de Kirchhoff y general del funcionamiento de circuitos eléctricos. De igual manera es una invitación para los docentes de ciencias básicas a participar de los proyectos interdisciplinares, en tanto el diálogo que se establece entre los circuitos eléctricos y el modelo de la Red Neuronal Artificial (RNA), aborda necesariamente elementos de la biología, la química, las matemáticas, etc.

## II. REFERENTES TEÓRICOS

### A. DESCRIPCIÓN DEL MODELO RNA.

La neurociencia como labor científica compleja y emergente pretende ofrecer al ser humano una herramienta por medio de la cual se facilita el conocimiento de sí mismo. Entender el cerebro es entender la propia persona y cabe destacar que se trata de un campo de conocimiento de bastante complejidad; científicos como Sebastián Seung y su equipo tardaron alrededor de 15 años en realizar una construcción tecnológica de un organismo microscópico, el cual fue implementado en un robot reproduciendo así su comportamiento (Kandel, Schwartz & Jessell, 1997).

Queda entonces la incertidumbre que produce el pensar el tiempo que consumiría realizar una réplica de una red neuronal humana, ya que en términos biológicos las redes neuronales son estructuras supremamente robustas y complejas y sólo se hace referencia a como están interconectadas sus células fundamentales llamadas neuronas, como ocurren los procesos de sinapsis y los

procesos referentes al potencial de acción (trabajo de Hodking y Huxley) (Lamberti & Rodríguez, 2007).

Una forma que ha tenido el ser humano para acercarse a la comprensión de la fenomenología que tiene que ver con el cerebro es la implementación de la tecnología por medios informáticos, dado que ahora es habitual que a medida que pasa el tiempo se lancen al mercado computadoras con procesadores cada vez más robustos (Escobar, 2009).

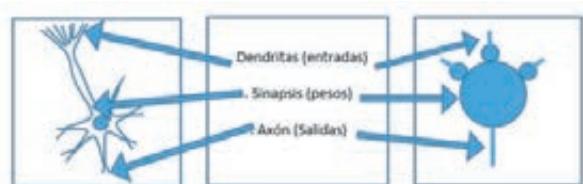
A pesar de que dichos procesadores sean microcircuitos robustos no tienen ningún punto de comparación con la estructura de una Red Neuronal Biológica (RNB). Sin embargo, tienen ciertas similitudes con algunas acciones que realizan las células que se encuentran en el sistema nervioso. Para esto se empezará presentando una definición apropiada para la red neuronal artificial (RNA), encontrando que dentro de las definiciones propuestas por Damián Jorge Matich (2001) se resalta la siguiente:

Redes neuronales artificiales son redes interconectadas masivamente en paralelo de elementos simples (usualmente adaptativos) y con organización jerárquica, las cuales intentan interactuar con los objetos del mundo real del mismo modo que lo hace el sistema nervioso biológico (p. 8)

Esta definición de entrada relaciona el concepto de circuito eléctrico en paralelo con el de red neuronal, adicionalmente se detectan elementos de interdisciplinariedad entre la biología, la tecnología y la física y por otra parte, de la matemática la cual como herramienta fundamental que soporta las teorías físicas y tecnológicas debe aparecer como un aspecto que se corrobora en el modelo de circuito.

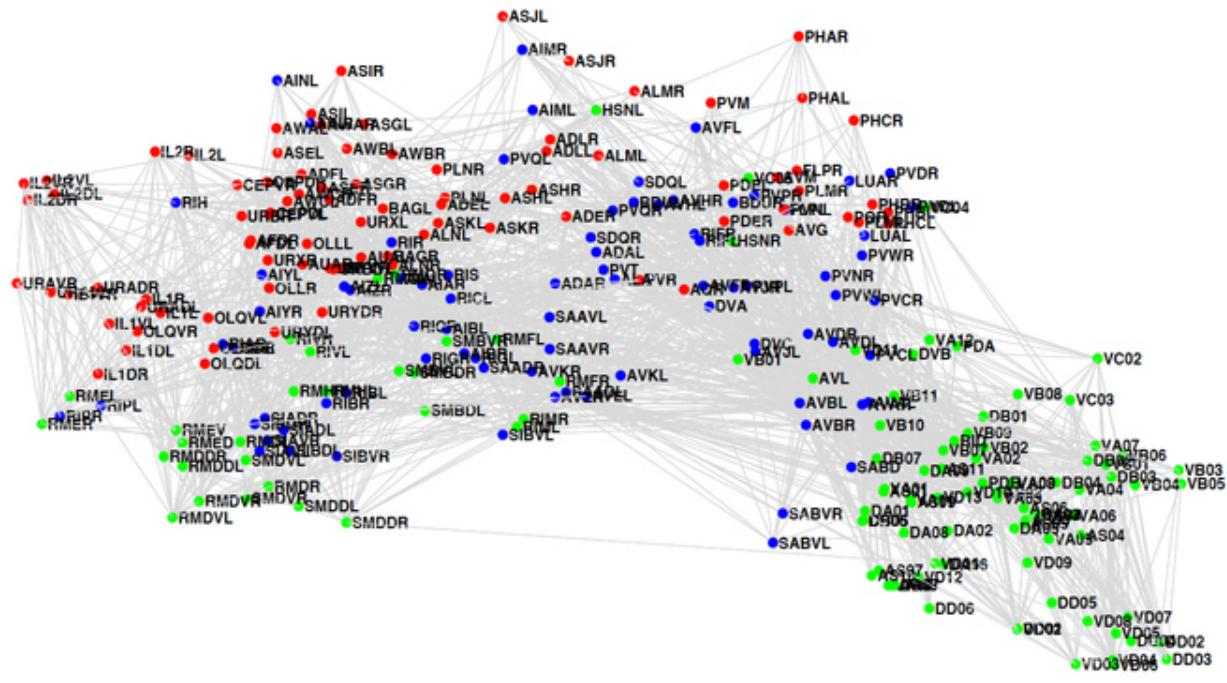
### B. ALGUNAS CONSIDERACIONES ALREDEDOR DE LA RELACIÓN RNA-RNB

Para hablar de manera sencilla en torno a dichas relaciones, se establecen analogías entre los elementos tecnológicos y biológicos, así, se compara de alguna manera el esquema de una neurona biológica con una neurona artificial, como se muestra en la figura 1.



FUENTE: MATICH, 2001

Figura 1. Comparación entre una neurona biológica y una artificial

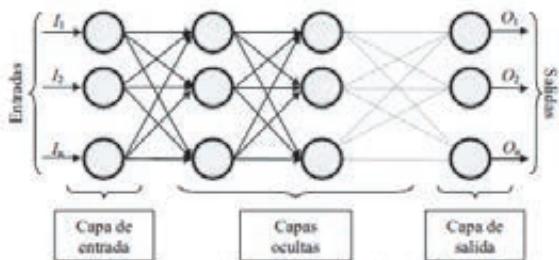


FUENTE: ROLOBOTS.NET., 2014.

Figura 2. Mapa de la red neuronal del nemátodo *Caenorhabditis elegans*.

Una red biológica hace referencia a interconexiones bastante complejas, como se observa en el mapa del nemátodo *Caenorhabditis elegans*, que se presenta en la figura 2.

Así como las redes biológicas tienen interconexiones entre células (de axón a dendritas), las neuronas artificiales se comunican realizando procesos electromagnéticos para llevar la información por canales de entradas y salidas, con menor complejidad, el mapa de una red neuronal artificial sería como el siguiente (figura 3):



FUENTE: MATICH, 2001

Figura 3. Ejemplo de una red neuronal totalmente conectada.

Como se muestra están conectadas en serie y en paralelo organizadas por capas. En las redes neuronales, las entradas corresponden a información recibida por medio de estímulos externos, por ejemplo, hay circuitos de redes neuronales capaces de definir que color es el que se observa al colocar una tarjeta de colores frente a una fotocelda (Marín, s.f.).

### C. INTERDISCIPLINARIEDAD; ANALOGÍA, RNA Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Lo anterior lleva a pensar en las diferencias que tiene una red neuronal artificial con un circuito básico. Las RNA tienen las siguientes cualidades especiales (Sierra, 2013):

- **Aprendizaje adaptativo:** capacidad de aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o una experiencia inicial.
- **Auto-organización:** una red neuronal puede crear su propia organización o representación de la información que recibe mediante aprendizaje.
- **Tolerancia a fallos:** la destrucción parcial de una red conduce a una degradación de su estructura; sin embargo, algunas capacidades de la red se pueden retener, incluso sufriendo un gran daño.
- **Operación en tiempo real:** los cálculos neuronales

pueden ser realizados en paralelo; para esto se diseñan y se fabrican máquinas con *hardware* especial para obtener esa capacidad.

- **Fácil inserción dentro de la tecnología existente:** se pueden obtener chips especializados para las redes neuronales que mejoran su capacidad en ciertas tareas. Ello facilitará la integración modular en los sistemas existentes.

En pocas palabras una red neuronal aprende de acuerdo a la información recogida por medio de estímulos, por sí misma la organiza sin necesidad de crearle nuevos algoritmos y sí una neurona artificial deja de funcionar, el resto de la red continúa realizando el trabajo para el cual se le ha programado (Flores, s.f.).

Por otro lado, las interconexiones de neurona a neurona se dan por medio de un proceso de caminos de información similares a la sinapsis química y la sinapsis eléctrica. En la sinapsis eléctrica, la célula se comunica con su exterior de acuerdo al potencial que tienen los elementos que hacen parte de la misma y el potencial del mismo elemento que está en su entorno, este es un principio básico de la fisiología fuertemente estudiado por Hodking y Huxley cuando realizaron el experimento con el axón de un calamar, el cual tenía gran tamaño para tratarse de una célula (Lamberti & Rodríguez, 2007).

Matemáticamente esto se puede modelar por medio de unos vectores de entrada llamados *inputs* ( $in_{1n}$ ), el subíndice  $n$  representa el número de la neurona que está recibiendo la señal eléctrica (información), la almacena y la libera de acuerdo al proceso que se requiera (parcial o total, de la misma manera que funciona una resistencia o en algunos casos como un condensador); dicho almacenamiento es habitualmente llamado peso ( $w_{1n}$ ), de la misma forma que para los inputs  $n$  representa el peso de la información almacenado por dicha neurona y el número que acompaña a  $n$  se refiere a la capa que pertenece (Matich, 2001).

El vector de la información se podría escribir como:

$$input_i = (in_{i1}, w_{i1}) * (in_{i2}, w_{i2}) * \dots * (in_{in}, w_{in})$$

El símbolo \* representa la suma de las diversas entradas y pesos en cada nodo (neurona), en general se tendría la expresión:

$$\sum_j (in_{ij}, w_{ij}) \text{ con } j = 1, 2, \dots, n$$

En relación con los circuitos eléctricos básicos, el mapa

de red neuronal artificial ofrece la ventaja de organizar los nodos en serie y en paralelo logrando hacer un análisis similar al de resistencia y capacitancia equivalente en los circuitos <>básicos>>, así como el análisis de las leyes de Kirchhoff. Lo anterior dado que las leyes de Kirchoff para la red neuronal artificial se cumplirían siempre que la información se repartiese de manera equivalente en cada uno de los elementos del circuito. Para las RNA esto es lo que se llamarían condiciones ideales, ya que los elementos matemáticos y físicos del modelo adquieren bastante complejidad cuando se habla de la forma diferente en que los nodos retienen la información.

### III. DISEÑO METODOLÓGICO

#### A. LA PROPUESTA

La apuesta surge del trabajo formal con estudiantes de grado 11 del Liceo Ciudad Capital en la localidad de Bosa en Bogotá. Este grupo de estudiantes convergían en una necesidad y era visualizar a las ciencias desde una perspectiva conceptual y contextual (Hernández, Fernández & Baptista, 1997), es decir ver más allá de los resultados arrojados por las matemáticas.

A modo de contextualización de la implementación es importante tener en cuenta lo siguiente: la institución tiene un espacio de laboratorio con infraestructura suficiente para trabajar diversas temáticas referentes a la biología, la química y la física. Se trata además de una comunidad de estudiantes respetuosos con los otros y con la actividad científica, sin embargo, uno de los elementos que se tuvo en consideración para trabajar con este grupo, es la apatía de la comunidad de educandos hacia el uso de las matemáticas para el análisis de problemas y sus aplicaciones científicas.

Lo que se busca entonces, es posibilitar un recurso alternativo e innovador enmarcado en lo interdisciplinario, para llevar a cabo el tema de circuitos en serie y en paralelo de manera que garantice cambiar el paradigma de la escuela tradicional y de vele mejores resultados en la enseñabilidad (Foro Internacional de innovación Docente, 2015). De forma complementaria se hace uso de la analogía como herramienta metodológica para facilitar la comprensión y fortalecer la interlocución con las demás áreas del conocimiento, enmarcado todo por supuesto, en la enseñanza de las leyes de Ohm y de Kirchhoff.

Es importante resaltar que esta apuesta permite realizar un abordaje completo y elaborado sobre los siguientes

ejes temáticos:

- Biología: La estructura celular.
- Química: Potencial de acción en sustancias químicas.
- Tecnología: Inteligencia artificial.
- Matemáticas: Modelo matemático de un circuito básico, ecuaciones lineales.
- Física: Circuitos en serie y en paralelo.

## B. FASES DE LA PROPUESTA

### 1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Por medio de una encuesta y una lluvia de ideas se reconocen elementos conceptuales que manejan los estudiantes alrededor de elementos puntuales de la biología, la física, la química y las matemáticas. Los estudiantes mostraron fortalezas en la comprensión de la estructura celular en relación con los organelos que la componen, no obstante, las funciones para las cuales cada organelo estaba destinado no eran claras. Respecto a la parte química se fortalecieron los conceptos con lecturas que llevaron al reconocimiento de la existencia de ciertos elementos químicos en el interior y exterior de una célula, así como la importancia de su membrana.

En lo referente a tecnología, los estudiantes tenían bastante conocimiento, a pesar de no tener claros los conceptos físicos del funcionamiento de un circuito, pues ya algunos se refirieron incluso a los avances a nivel de computadoras y en robótica, más como un asunto cultural, pero esto evidenció que dicho aspecto garantizaba un elemento atractivo para el estudio de los circuitos.

### 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Luego se trabajó una fase de información, utilizando elementos motivantes como videos y charlas respecto a la relación entre neuronas biológicas y neuronas artificiales así como sus interconexiones. Esta fase logró despertar bastante curiosidad, a tal punto que las fases estratégicas inicialmente planteadas para el proceso fueron flexibles de acuerdo a como los educandos querían administrar su tiempo de clase.

### 3. EXPERIMENTACIÓN Y ANALOGÍA

Los estudiantes sugirieron una fase experimental, en la cual se quiso observar como se comportaban las señales eléctricas en diferentes sustancias como zumo de limón, alcohol, vinagre y otras, interconectadas de manera similar al esquema de la red neuronal artificial, proceso del que cada estudiante estableció sus conclusiones,

las cuales se tratarán en el reporte de resultados de este artículo. El montaje que se realizó en la fase experimental fue la que se muestra en la figura 4.



FUENTE: PROPIA

Figura 4. Montaje experimental para observar señales eléctricas en diferentes pHs.

El análogo a las entradas de información fueron diodos salientes de una fuente eléctrica variable de 15 Voltios y las salidas la lectura de las señales eléctricas en un voltímetro, las señales de salida fueron diferentes de acuerdo a la sustancia en cada recipiente.

### 4. SOCIALIZACIÓN

A continuación de este proceso los estudiantes quisieron informarse más respecto a lo que tiene que ver con las redes neuronales. Para esto hicieron una serie de exposiciones en las cuales resaltaron algunos temas que apreciaron de importancia en relación con los estudios que se venían haciendo, entre ellos se encontraron:

- La estructura del sistema nervioso
- Redes neuronales
- Circuitos biológicos
- Pensamiento artificial

Este proceso mostró en la motivación implantada en los estudiantes, un elemento clave para la siguiente fase, esta se complementó con las discusiones y explicaciones de los conceptos físicos y matemáticos pertinentes a la estructura de los circuitos eléctricos en paralelo.

## IV. RESULTADOS

### A. PROCESO

Los estudiantes se motivaron bastante al encontrar la importancia del tema, pues los avances tecnológicos son inherentes a la existencia del hombre, siendo cada vez más evidentes las invenciones que realiza el ser

humano para aproximar los sistemas electrónicos a los biológicos. Lo anterior provocó en ellos una serie de concepciones recogidas, logrando una significancia en el proceso de aprendizaje, evidenciando a partir algunas de las afirmaciones de los estudiantes, recogidas en el proceso de evaluación:

- “son similares a unidades de procesamiento informático, esto nos puede dar una pista de las interconexiones en el cerebro humano”
- “los circuitos biológicos son conjuntos de células que trabajan entre sí”

## B. TEMÁTICA

Respecto al tema de pensamiento artificial manifestaron no encontrar mucha información porque las máquinas no piensan. Se tuvieron unos estudiantes más afines con la ruta de conocimiento, la ruta utilizada supuso actividades distintas, con diferentes herramientas.

Algo para resaltar es que el uso del tablero fue mínimo, un elemento que agració bastante a los estudiantes, ya que no les requirió mucha toma de notas. Con los procesos experimentales se fijaron algunos conceptos claves como el transporte de señales eléctricas en sustancias químicas, el concepto de conductividad, la estructura de la red neuronal artificial, los arreglos en serie y en paralelo para un circuito, la resistencia equivalente, la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff.

## C. EVALUACIÓN

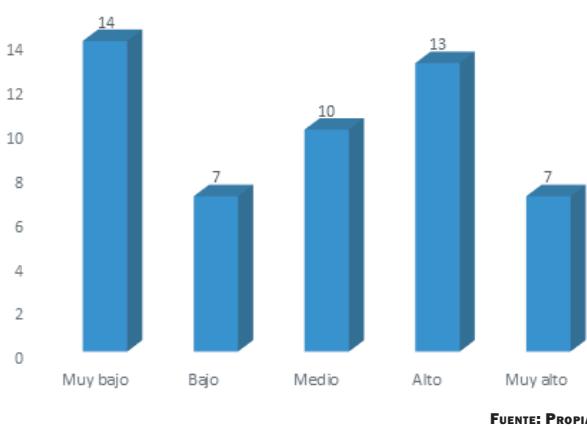
La forma de evaluar lo realizado fue planteada a partir de considerar algunos de los estándares en ciencias, dentro de ellos se encuentran los siguientes:

- Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos.
- Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes.
- Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.
- Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos.
- Analizo la utilidad de algunos aparatos eléctricos en mi entorno.
- Identifico y establezco aplicaciones de los circuitos eléctricos en el desarrollo tecnológico.
- Analizo el desarrollo de componentes de los circuitos eléctricos y su impacto en la vida diaria.
- Identifico tecnologías desarrolladas en Colombia.
- Identifico circuitos eléctricos en mi entorno.

Con estos se establecieron unos niveles de competencia, por ejemplo, para los tres primeros estándares se planteó el siguiente esquema:

1. **Muy bajo:** Carece de información para argumentar una idea en torno al tema del que se le solicita escribir.
2. **Bajo:** Escribe ideas de manera desordenada y le cuesta ajustarse a la idea central que se le pide argumentar.
3. **Medio:** Reconoce la célula como unidad fundamental de los seres vivos y sus partes, pero no puede argumentar en torno a sus funciones.
4. **Alto:** Argumenta en torno a los procesos que se realizan en la célula, reconoce sus orgánulos y las funciones que tiene cada uno.
5. **Muy alto:** No sólo habla de la célula, su estructura y sus funciones, también reconoce patrones de envejecimiento celular como la oxidación de las mitocondrias y la incidencia de esto es su propia vida, entre otros aspectos, que muestran la importancia del aprendizaje de dicho tema para su cotidianidad.

Esta fase arrojó como resultados algunos de los que se muestran en las figuras 5 y 6. En dichas gráficas se observan en el eje horizontal los rangos de competencia (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) y en la vertical la cantidad de estudiantes que se ubican en cada uno de dichos niveles. Con estos resultados iniciales se formularon las actividades de refuerzo.



**FUENTE: PROPIA**  
Figura 5. Categorización de los estudiantes por número según valoración en torno a la comprensión de la estructura celular y sus funciones.

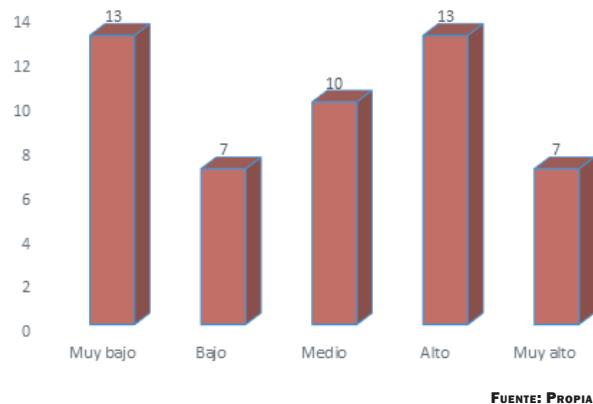


Figura 6. Desempeño de los estudiantes respecto a discusiones que implican la palabra TECNOLOGÍA.

En el marco del uso de los estándares básicos en competencias para el área de ciencias es inherente a la labor del docente la formulación de actividades que requieran la creatividad suficiente como para que los estudiantes estén en buena interacción con diversos elementos que les implique el uso de por lo menos dos de sus sentidos, dichos elementos tangibles son capaces de almacenar recuerdos en la memoria del educando y crear una mejor disposición a la hora de formalizar las teorías científicas.

El modelo RNA siendo una herramienta de gran complejidad se llevó a los estudiantes de una manera amable, con un enfoque muy cultural y generando curiosidad por conocerse a sí mismo como una versión increíblemente mejorada respecto a cualquiera de los aparatos que utilizan en su vida diaria o ven en los medios de comunicación.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones van desde las opiniones de los mismos estudiantes al final del proceso, hasta la satisfacción obtenida por el docente por la diversidad de las actividades realizadas y el diálogo que se tuvo con los educandos, dado que una de las palabras claves del proceso fue la motivación, pues los estudiantes incluso cambiaron su perspectiva frente al trabajo del docente de ciencias.

Al utilizar las estrategias alternativas en el aprendizaje de la estructura de los circuitos en paralelo se obtuvieron ventajas como:

- Retomar conceptos que el estudiante no recuerda o aprender nuevos conceptos por medio de la experiencia para sean empleados como vehículo, de manera que se evidencie conexión en las temáticas consignadas en los planes de estudio, logrando darle mayor fuerza al para qué se aprende determinado tema.
- Se logra que los estudiantes tengan una expectativa, es decir, estén preguntándose qué sería aquello diferente que haría el maestro el día de hoy para que aprendan algo nuevo.
- Se motiva a los estudiantes a la construcción del conocimiento en equipo por la forma atractiva en la que se les presenta la información y esto da pie a la generación de discusiones e interrogantes.
- Se impulsa a la construcción de manera autodidacta, dado que la curiosidad impulsa al educando a querer saber más sobre el tema o tener un nuevo contenido que aportar en las discusiones de clase.

Esto sugiere que la actividad docente enriquecida con una diversidad de procesos que se aíslen un poco de las mecánicas tradicionales (uso del tablero, apuntes y evaluaciones escritas), permite concluir que:

- Lo interdisciplinar y lo disciplinar van de la mano, no se puede entender un objeto de conocimiento de manera más ideal si no se le relaciona con otros saberes y contextos, así como los conceptos se entienden de manera más sencilla si inicialmente se les estudia por separado.
- El inconveniente de las comprensiones ideales respecto a una determinada temática viene de acuerdo a la cultura de enseñanza que se tenga y a la estrategia pedagógica que se implemente. En varios casos, no se trata de referirse a las capacidades del estudiante, sino a la manera en la que él ha construido sus concepciones, en ese orden de ideas, el maestro es quien propicia dichos ambientes y guía las actividades para que los procesos de vinculación de conocimientos con contextos dentro del aula se den de la mejor manera posible haciendo empleo de su ingenio y experiencia.
- El papel del maestro es ser innovador y buscar una alternativa para guiar la formación de los estudiantes, pues los procesos interdisciplinares requieren de herramientas de aprendizaje que promueven el constructivismo no sólo llevado por parte del docente, sino en el cual el estudiante es el actor principal del proceso.
- El educando es el producto final de los esfuerzos

que aúnán los docentes; en ese sentido, los procesos interdisciplinares les brindan una serie de herramientas que promueven la autonomía y la integridad.

- Resulta gratificante observar que el estudiante participa activamente en los procesos y también propone el desarrollo de actividades en el aula. Esto evidencia que el proceso va por buen camino porque se ha ganado el interés del estudiante por conocer o reforzar una temática determinada. Así, el estudiante aprende a aprender, pues reconoce que también tiene la capacidad de formarse como persona y a no desconfiar de sus capacidades.

## REFERENCIAS

- Álvarez Pérez, M. (2001). *Acercamientos a la interdisciplinariedad en la enseñanza – Aprendizaje de las Ciencias*. La Habana, Cuba: ICAD.
- Boaventura de Sousa, S. (2011). *Introducción: las epistemologías del sur*. Barcelona: CIDOB. Disponible en [http://www.cidob.org/content/download/63226/1958901/version/1/file/09-22\\_INTRODUCCION%20DE%20BOAVENTURA%20DE%20SOUSA%20SANTOS.pdf](http://www.cidob.org/content/download/63226/1958901/version/1/file/09-22_INTRODUCCION%20DE%20BOAVENTURA%20DE%20SOUSA%20SANTOS.pdf)
- De Zubiria, J. (2013). El maestro y los desafíos a la educación en el siglo XXI. *Revista Redipe virtual*, 825, 1-16. Disponible en [http://portal.uasb.edu.ec/UserFiles/385/File/redipe\\_De%20Zubiria.pdf](http://portal.uasb.edu.ec/UserFiles/385/File/redipe_De%20Zubiria.pdf)
- Escobar Soto, O.J. (2009). Propiedades eléctricas pasivas de las neuronas. *Revista Colombiana de Física*. Disponible en <https://electromagnetismo2010a.wikispaces.com/file/view/Propiedades+El%C3%A9ctricas+Pasivas+de+las+Neuronas..pdf>
- Flores, G. (s.f.). *Modelos de conducción de impulsos eléctricos en nervios*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en [http://www.fenomec.unam.mx/sites/default/files/presentaciones/modelos\\_de\\_conduccion\\_de\\_impulsos\\_electricos\\_en\\_nervios.pdf](http://www.fenomec.unam.mx/sites/default/files/presentaciones/modelos_de_conduccion_de_impulsos_electricos_en_nervios.pdf)
- Foro Internacional de Innovación Docente. (2015). *Estrategias Docentes para la formación Interdisciplinaria en educación superior*. México: Dirección general de educación superior.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la investigación*. México: McGraw – Hill Interamericana.
- Kandel, E., Schwartz, J.E. & Jessell, T.M. (1997). *Neurociencia y Conducta*. México: Prentice Hall.
- Lamberti, P.W. & Rodríguez, V. (2007). *Desarrollo del modelo matemático de Hodgkin y Huxley en neurociencias*. Córdoba, Argentina: Fac. Matemáticas, Astronomía y Física de la Universidad Nacional de Córdoba.
- Marín, J.M. (s.f.). *Introducción a las redes neuronales aplicadas*. Disponible en <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/DM/tema3dm.pdf>
- Matich, D.J. (2001). *Redes neuronales: Conceptos básicos y aplicaciones*. Disponible en: [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5\\_anio/orientadora1/monografias/matich-redesneuronales.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monografias/matich-redesneuronales.pdf)
- Papert, S. (1980). *Constructionism vs. Instructionism*. Disponible en [http://www.papert.org/articles/const\\_inst/const\\_inst1.html](http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html)
- Rolobogs.net. (2014). *El robot cuyo cerebro era una copia digital exacta de un gusano*. Disponible en [http://robologs.net/wp-content/uploads/2014/11/brainforest16\\_1119.jpg](http://robologs.net/wp-content/uploads/2014/11/brainforest16_1119.jpg)
- Sierra Prieto, J.A. (2013). *El Estudio de la Actividad Neuronal como Propuesta para la Comprensión de Algunos Fenómenos Eléctricos en Grado Décimo* (Tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.

## AUTORES

**Rubén Darío Suárez Olarte.** Licenciado en Física de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como docente del Liceo Ciudad Capital.

**Camilo Andrés Martínez Morales.** Licenciado en Física y Magíster en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Estudiante de Doctorado en Educación. Actualmente se desempeña como Docente investigador de las Universidades Pedagógica Nacional, UniHorizonte y ECCI, y es docente de Física y Matemáticas de la Secretaría de Educación Distrital. Sus investigaciones han estado enmarcadas en pedagogía crítica, epistemología de las ciencias, en particular de la física y en calidad educativa. (*e-mail: geometriacamilo@gmail.com*).

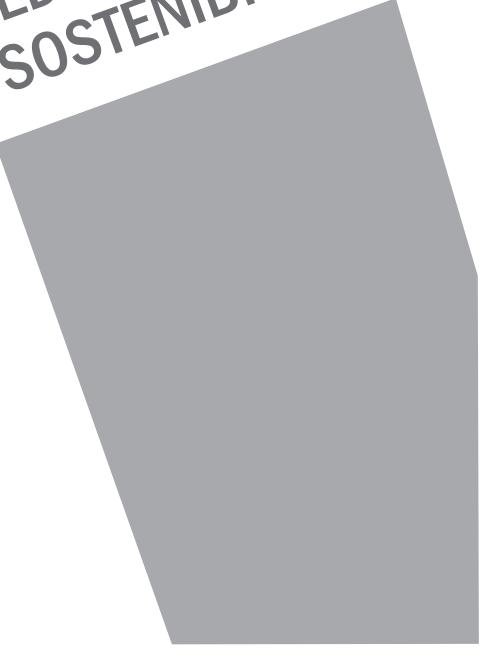
Recibido el 30 de Octubre de 2017.

Aceptado el 24 de Noviembre de 2017.

Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

### Citar este artículo como

Suárez Olarte, R.D. & Martínez Morales, C.A. (2017). *El modelo Red Neuronal Artificial (RNA) como estrategia interdisciplinaria para el acercamiento a la comprensión de los circuitos eléctricos*, *Revista TECKNE*, 15(2), 10-18.



MEDIO AMBIENTE  
Y SOSTENIBILIDAD

# DESCUBRIENDO LA RESERVA THOMAS VAN DER HAMMEN

## DISCOVERING THE THOMAS VAN DER HAMMEN RESERVE

Y.A. Calderón<sup>1</sup>, C.E. Granados<sup>1</sup>, T.C. Simijaca<sup>1</sup> y D.P. Tamayo-Figueroa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Universitaria Horizonte, Bogotá, Colombia

### RESUMEN

Esta es una reflexión acerca de la Reserva Thomas Van der Hammen y su importancia dentro de la estructura ecológica de la ciudad de Bogotá, que pese a su notable proceso de expansión urbana, aún puede recuperar algunos de los importantes ecosistemas de la sabana de Bogotá y de esta manera hacer conexión entre los cerros orientales, algunos humedales y el río Bogotá. Es así como a lo largo del presente manuscrito, se hace un recorrido histórico por la transformación del paisaje tanto de la reserva, como de la ciudad de Bogotá; seguido de las principales problemáticas, los pros y contras y los efectos ecológicos que implican el intervenir la reserva. Todo lo anterior, permite concluir que la protección de la reserva Thomas Van der Hammen es necesaria para mantener el equilibrio entre la intervención del hombre y la naturaleza, tal como fue definido por la Corporación Autónoma Regional (CAR) en el año 2014.

**PALABRAS CLAVE:** Alcalde, Bogotá, Estructura ecológica, Reserva forestal.

### ABSTRACT

This is a consideration on the Thomas Van der Hammen Reserve and its importance within the ecological structure of Bogotá city, which despite its remarkable process of urban expansion, can still recover some of the important ecosystems of the Bogotá savanna as well as help to the connection between the eastern hills, some wetlands and the Bogotá river. Thus, throughout the present manuscript, there is a historical journey through the transformation of the landscape of both the reserve and the city of Bogotá, followed by the main problems, the pros and cons and the ecological effects that involve the intervention of the reservation. All the above, allows to conclude that the protection of the Thomas van Hammen reserve is necessary to maintain the balance between the intervention of man and nature, as defined by the Regional Autonomous Corporation (RAC) in 2014

**KEYWORDS:** Mayor, Bogotá, Ecological structure, Forest reserve.

### I. INTRODUCCIÓN

Hace tan solo tres años los titulares de los medios de comunicación anunciaban con entusiasmo “En Bogotá se construirá el que será el bosque urbano más grande del mundo” (Polo, 2014). Después de eso varias cosas pasaron en la ciudad sin que sus habitantes mostraran mucho interés en el asunto. Sin embargo, con la llegada de Enrique Peñalosa como nuevo alcalde en el 2016, el tema pareció cobrar nuevamente protagonismo. No obstante aún con ello, para muchos hablar de la Van der Hammen sigue siendo complicado pues amplia es la desinformación y numerosas las especulaciones.

A continuación, se hará un recuento de hechos y datos que facilitarán una aproximación a su historia con el fin conocer por qué estas cerca de 1.395 Hectáreas fueron denominadas reserva natural y cuales son los beneficios que obtendría la ciudad con ello. Asimismo, se tendrán en cuenta los aspectos ambientales, su

delimitación, composición, biodiversidad, finalizando con el panorama político que envuelve el futuro de la Van der Hammen.

Con lo anterior, se busca brindar una perspectiva clara de uno de los temas de mayor interés actual, al mismo tiempo que se desean hacer explícitos algunos de los argumentos que justifican la promoción de la revocatoria al mandato del actual burgomaestre capitalino Enrique Peñalosa, respecto a la problemática que involucra a la reserva forestal.

### II. REFERENTES TEÓRICOS Y ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

#### A. EL ORIGEN DE LA RESERVA

Bogotá la capital Colombiana, ha experimentado un

notable crecimiento de población en los últimos 30 años. Para afirmarlo, basta con verificar el valor al 30 de junio de 2005 (DANE) con una población de 6.840.116 de habitantes mientras que en el año 1985 el censo era de 4.225.649 de habitantes (ver figura 1).

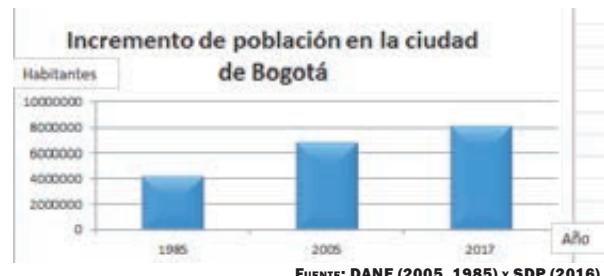


Figura 1. Incremento de Población en la ciudad de Bogotá

Por otro lado, la proyección de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) muestra que para el año 2017 la cantidad será de 8.080.734 de habitantes, un poco más de un millón de habitantes nuevos (SDP, 2016).

Es normal que una ciudad capital se convierta en la receptora de los procesos migratorios de otras regiones por diferentes motivos, en Colombia el conflicto armado fue el principal. (Niño, 1999). Así la expansión urbana ha sido un proceso completamente inevitable (figura 2), pero con consecuencias contundentes para el ecosistema y el inventario ambiental del entorno capitalino.

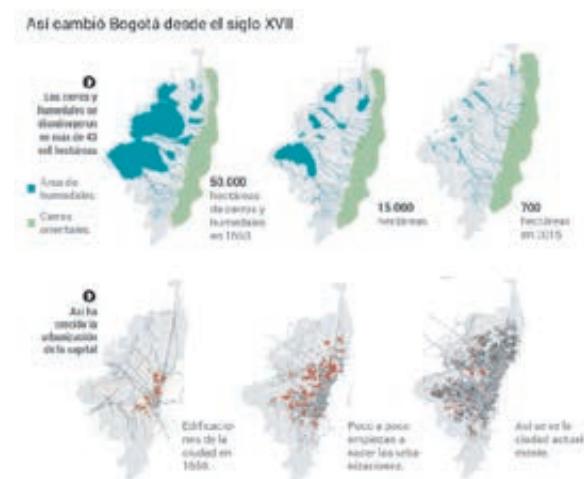


Figura 2. Crecimiento urbano de Bogotá

Con el ánimo de definir un esquema de protección ambiental para la ciudad en los años 90, la Corporación Autónoma Regional (CAR) encomendó a Thomas Van der Hammen, un científico holandés con amplios

conocimientos en botánica y geología, entre otras ciencias, los estudios para definir la estructura ecológica principal de la sabana, es decir, aquello que corresponde al grupo de áreas que requieren de especial protección por su valor ecológico.

Fue de esta manera como en el año 1999 la CAR negó en la Resolución 475 del 2000 al entonces alcalde Enrique Peñalosa, la propuesta de urbanizar sobre una franja ubicada al norte de la ciudad entre el río Bogotá y los cerros orientales, ya que esta zona corresponde a lo que hoy constituye la reserva. No conforme con el fallo, Peñalosa decidió apelar la decisión ante el Ministerio de Ambiente, el cual luego de realizar sus respectivas investigaciones para emitir un concepto preciso, con ayuda de expertos en temas ambientales incluido Thomas Van der Hammen, resolvieron mediante la Resolución 196 de 2006 del Consejo de Estado, darle la razón a la CAR para delimitar la reserva y reglamentar su protección.

Es así como mediante el Acuerdo 011 del 19 de julio del 2011 la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca declara La Reserva Forestal Regional Productora del Norte de Bogotá D.C. “Thomas Van der Hammen” resaltando su importancia para el sostenimiento del ecosistema bogotano y la conservación del equilibrio entre la actividad del hombre en la capital y el ambiente.

## B. ¿QUIÉN FUE THOMAS VAN DER HAMMEN?

Thomas Van der Hammen (figura 3), fue biólogo, geólogo, botánico, micólogo, paleontólogo y arqueólogo. Nació en Holanda en 1924 y desde muy pequeño mostró interés por las ciencias naturales; luego de realizar un doctorado en botánica y paleontología llega a Colombia en el año de 1951, invitado por Hubach, quien para ese entonces ejercía como Director del Servicio Geológico Nacional, a trabajar en lo que actualmente se conoce como Ingeominas (Guerrero, 2010).



**FUENTE: INFOANDINA, S.F.**  
Figura 3. Fotografía del científico Thomas Van Der Hammen.

Realizó los primeros estudios de biología y geología de Amazonía en 1952 y de ahí en adelante realizó una gran variedad de expediciones por las cordilleras de Colombia iniciando por la Sierra Nevada de Santa Marta, en muchas de las cuales fue acompañado por su esposa colombiana (Rodríguez, en redacción El Tiempo, 2010). Thomas trabajó de la mano por cuatro años más, con institutos de Holanda y fue uno de los primeros profesores de la Universidad Nacional de Colombia en la Facultad de Geología (Guerrero, 2010).

En el año de 1977 Van der Hammen en compañía de varias entidades de investigación científica, inician estudios en los ecosistemas Tropoandinos-Ecoandes de todos sus factores bióticos y abióticos de las cuales se han publicado cuatro volúmenes.

Uno de los resultados más importantes de estas expediciones fue declarar en el Macizo de Tatama el Parque Nacional Natural Tatama (ubicado en sobre la cordillera occidental entre Choco, Risaralda y Valle del Cauca), por su gran biodiversidad (Guerrero, 2010).

Sus expediciones fueron base para dar cuenta de como la humanidad destruye la tierra cultivando en páramos y demás ecosistemas donde el producto final no es papa o café sino destrucción y extinción de fauna y flora. Mediante su lucha para crear leyes que protejan páramos, bosques y demás, “Aconsejó a las autoridades para poner límites al crecimiento urbanístico de Bogotá y estudió el denominado Borde Norte (Calle 190 hasta los límites con Chía)” sin obtener resultados. (Guerrero, 2010, p. 1).

Falleció el dia 13 de marzo de 2010, pero su legado científico es invaluable y puede ser la herramienta de las nuevas generaciones para recuperar los ecosistemas de la sabana y continuar su lucha por la conservación de la biodiversidad.

### C. EL VALOR ECOLÓGICO DE LA RESERVA

La CAR (2011), señala:

La reserva así concebida representa la alternativa de reconstrucción de un espacio natural altamente intervenido, en el propósito de restituir el equilibrio natural, consolidar los ecosistemas naturales en peligro de extinción como es la única área representante del “bosque medio denso subhúmedo secundario en planicie aluvial del río Bogotá (Bosque de Las Mercedes) y propiciar el retorno y enriquecimiento de sus ecosistemas y consecuentemente de sus elementos de fauna y flora nativa, y la migratoria conexa (folio 5-1).

La esencia de la Reserva Thomas Van der Hammen se fundamenta en la interconexión de las áreas protegidas adyacentes y de vital importancia para la sabana de Bogotá como la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, la Zona de Manejo y Preservación Ambiental-ZMPA del río Bogotá y el cerro de Majui en el municipio de Cota, así como el Cerro Conejera y Humedales de La Conejera, Guaymaral y Torca que representan la estructura ecológica de la Sabana (figura 4).



FUENTE: CAR. COMPONENTE DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2014).  
Figura 4. Ubicación de la Reserva Forestal Regional Productora del norte de Bogotá Thomas Van Der Hammen.

A pesar de las considerables transformaciones que han sufrido los ecosistemas, hay algunas especies que se conservan aunque de ellas no hay mucha información disponible. En el estudio Mamíferos de la Hacienda Las Mercedes (2014), realizado en el interior del predio dedicado a la agricultura y la ganadería, pero que también recoge en su interior un tramo sobreviviente de bosque andino de planicie así como plantas nativas, se logró recopilar información de algunas de las especies de mamíferos que actualmente habitan en ese ecosistema obteniendo como resultado 34 mamíferos de cuatro especies pertenecientes al mismo número de familias (tabla 1), con base en avistamientos realizados por trabajadores y habitantes de la Hacienda (Mendoza & Sánchez, 2014).

**TABLA 1.**  
MAMÍFEROS DE LA HACIENDA LAS MERCEDES

ESPECIE	NOMBRE COMÚN
<i>Didelphis pernigra</i>	Fara, Chucha
<i>Cavia aperea</i>	Curí
<i>Oligoryzomys sp</i>	Ratón arrocero
<i>Mus musculus</i>	Ratón casero

FUENTE: MENDOZA & SÁNCHEZ, 2014

En cuanto a la comunidad de aves presente en la reserva, se registraron especies que tienen algún tipo de interés en cuanto a su conservación por tratarse de aves con amenaza y/o rango de distribución restringido.

Se registraron 41 familias para la reserva, 13 de las cuales presentaron cada una, un solo individuo. Las familias que mayor número de especies presentaron fueron: atrapamoscas (Tyrannidae/28 especies); tangaras (Thraupidae/22 especies); Colibríes (Trochilidae /15 especies) y reinitas (Parulidae /14 especies) seguidas por los gorriones, tinguas y emberizidos (Cortes, 2016, párrafo 4).

De la misma manera,

el bosque original desapareció pero algunas especies aún subsisten y hacen parte, en la mayoría de los casos, de cercas vivas, como el corono, el arrayán, el raque, el cerezo, el aliso, el arboloco y el cordoncillo, que a su vez constituyen en hábitat de aves, de reptiles, de ranas y de una abundante y diversa entomofauna (Van Der Hammen, en Estupiñán & Cabrera, 2008, párrafo 5).

De cumplirse el fallo, las autoridades ambientales deben preservar el área de La Reserva y sembrar de manera sistemática flora nativa, que incentive el renacimiento de los ecosistemas y el regreso de muchas especies a ellas, así como también limitar la actividad industrial en la zona y dedicarla a la agricultura y ganadería se podrá garantizar el bienestar ambiental de la Sabana de Bogotá.

#### D. LAS CRÍTICAS DEL PANORAMA POLÍTICO-ADMINISTRATIVO

En cuanto al panorama político actual la situación no es muy alentadora pues el alcalde Peñalosa una vez logró posesionarse una segunda temporada en el Palacio Liévano tras obtener la victoria en las elecciones de octubre de 2015, no tardó en poner en marcha la propuesta que desde inicio de su campaña había anunciado: urbanizar la Reserva Thomas Van der Hammen para desarrollar proyectos de vivienda para que un mayor número de personas vivan más cerca de la ciudad.

El ambicioso proyecto denominado Ciudad Paz que cuenta hoy día con el apoyo del gobierno nacional, busca construir 15.000 hectáreas distribuidas en el norte y suroccidente de la ciudad. Por lo que el burgomaestre no ha dejado de invertir sus esfuerzos en cambiar el concepto que la ciudadanía tiene frente al tema (Puentes, 2016).

Estas no muy afortunadas declaraciones fuera de dejar mal parado al alcalde, le han traído el mayor grado de desaprobación alcanzado en una alcaldía en el país durante el actual cuatrienio. Sin embargo, no está del todo equivocado cuando afirma que la mayoría de terrenos que conforman la reserva son potreros y sectores sin vegetación. Únicamente hay 108.54 hectáreas con vegetación y recursos hídricos, en los demás, existen industrias, colegios, escombreras y otros.

Aunque cabe aclarar que la CAR a pesar de tener pleno conocimiento de ello, estableció unas zonas de preservación y otras de recuperación a largo plazo, con el fin de obtener ese pulmón verde para Bogotá, lo que alguien también llamó en la alcaldía anterior “será el bosque urbano más grande del mundo”.

#### E. PROS Y CONTRAS DE LA OCUPACIÓN DE LA RESERVA

Con la idea de expandir la ciudad de una forma más compacta y ordenada para lograr que los habitantes de Bogotá tengan una mejor calidad de vida, se construirá Ciudad Norte, como parte del proyecto Ciudad Paz, el cual según el Plan de Desarrollo Bogotá Mejor para Todos (2015-2018)

tendrá alrededor de 6.000 hectáreas y podría albergar a cerca de 1.8 millones de personas. Además tendrá corredores verdes para conectar los cerros orientales con el río Bogotá, convirtiéndose así en el instrumento para re establecer efectivamente la interconexión ecosistémica entre la parte occidental y oriental de la estructura ecológica principal (párrafo, 5).

Si bien, la reserva ha sido decretada como tal desde el año 2011 por la CAR, es una reserva por hacer, pues de sus 1.395 Hectáreas, el 69% es de uso agropecuario, el 0.53% está dedicado a comercio y servicios y el 2.15% a vías, vivienda, industrias, cementerios, colegios y otros similares. Es decir, la mayoría del terreno es de propiedad privada y requeriría una gran inversión del Distrito para poder adquirir dichos predios (Loaiza, 2016).

Por otro lado, las zonas que el Distrito está comprometido en proteger equivalen el 7.74%, entre ellas el Bosque las Mercedes y parte de este proyecto incluye la creación de corredores verdes en los ríos Tunjuelo, Salitre y Fucha con la plantación de alrededor de 1.400 Hectáreas de Bosque donde la ciudad lo necesita (Loaiza, 2016).

Otro aspecto bastante importante que justifica la intervención de la Reserva Thomas Van der Hammen, es el notable problema de movilidad de la ciudad. El distrito propone la construcción y ampliación de varias vías para descongestionar buena parte de Bogotá.

La Avenida Longitudinal de Occidente - ALO que va desde el sur hasta el norte por el occidente, y que ya tiene el 80% de los predios necesarios para su construcción comprados, La Av. Ciudad de Cali, La Av. Boyacá que va desde Usme hasta el norte y la Calle 170 que va desde los cerros hasta el municipio de Cota; todas ellas requieren atravesar la Reserva en un tramo que equivale al 6,5% de ella para hacer un gran cambio en la movilidad y beneficiar a miles de bogotanos que viven atrapados día a día en los trancones (Loaiza, 2016).

#### **F. IMPACTO AMBIENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN**

La construcción es una de las principales industrias del país y de hecho, es la que representa en mayor porcentaje el desarrollo de las ciudades por su relación con el bienestar de la comunidad y la estructura económica (Echeverry, s.f). Sin embargo es la que mayor interacción mantiene con el medio ambiente y por ende su manejo genera mayor impacto ambiental.

Desde los factores abióticos como el suelo, que se altera por los diferentes residuos vertidos, bien sean líquidos o sólidos; así como, las excavaciones y movimientos de suelos alteran su estructura y composición. De la misma manera, sucede con el aire que sufre alteraciones asociadas a las emisiones de CO<sub>2</sub>, el polvo y el ruido. En el caso del agua, la eliminación de la capa vegetal y alteración de las fuentes hídricas por las excavaciones y movimientos de tierra generan como consecuencia la modificación de los flujos y la cantidad de este líquido indispensable para el desarrollo de la vida (Echeverry, s.f).

Y si el impacto es contundente en el medio abiótico, es claro que la flora y la fauna también se ven perjudicados. Las actividades de construcción pueden dañar la vegetación en el sitio y en sus alrededores, pues generalmente áreas de cultivo y de bosque son deforestadas para el cambio de uso del suelo. Y en el caso de la vegetación que se mantiene, se ven alterados sus procesos de fotosíntesis y el bloqueo de sus estructuras como los estomas por acción de la arena, polvo, gases y metales pesados (Echeverry, s.f).

Alguna de la fauna debe adaptarse a las diferentes

condiciones climáticas, consecuencia de la transformación del ecosistema, lo que termina principalmente en procesos migratorios de las especies que pierden su hábitat, o se ven ahuyentados por el ruido debido a la presencia de maquinaria pesada; otros como algunos insectos, pierden su hábitat y mueren al no poder desplazarse teniendo en cuenta la relación distancia a recorrer-tamaño del insecto.

Adicionalmente, se suma la contaminación lumínica, la perdida de fertilidad del suelo, la pérdida de biodiversidad que a largo plazo también alterarán la salud humana junto con los impactos anteriormente mencionados (Escobar, 2014).

Las constantes transformaciones que experimentan las ciudades, las convierten en ecosistemas vulnerables debido al aumento de población, a la contaminación y al mayor consumo de recursos para su sostenibilidad, que a menos que se genere de manera estratégica la gestión ambiental de los procesos constructivos, es realmente insostenible.

Es por esto que la gestión ambiental tiene como objetivo dar tratamiento a los impactos o cambios, ya sean adversos o beneficiosos, derivados de las diferentes prácticas en las distintas etapas del desarrollo de una construcción (ISO 14001, 2015).

---

### **III. CONCLUSIONES**

---

La ciudad de Bogotá ha sufrido una fuerte intervención del hombre y la industria en pro del desarrollo como capital de Colombia. Así mismo, ha recibido a miles de personas de todo el país que buscan en ella una oportunidad para encontrar una mejor calidad de vida. Sin embargo, el crecimiento urbano ha sido tal, que los procesos urbanísticos han tenido que acoger a municipios aledaños, pues la ciudad se quedó pequeña.

La Reserva Thomas Van der Hammen se convirtió en un espacio añorado por urbanistas y constructores para ser el asentamiento de miles de habitantes nuevos. No obstante, esta decisión atenta contra el futuro de la ciudad y el impacto ambiental que sus mismos pobladores seguirán generando en ella.

Por otro lado, el tema del cambio climático, aunque muchos lo consideren mito, es una realidad que asecha y frente a este panorama tan incierto, existen dos opciones: la primera, comenzar a trabajar desde las

instituciones gubernamentales, en este caso, la Alcaldía Mayor de Bogotá para que las políticas de desarrollo contemplen el diseño y la transformación de la capital en una ciudad sostenible y la segunda generar la participación ciudadana desde la cultura, la educación por el medio ambiente y la producción de investigación, para que las comunidades directamente involucradas trabajen en pro de las mejoras necesarias en áreas que requieren de intervención particular.

Una vez recuperados estos espacios vitales la ciudad podrá disfrutar paulatinamente de los beneficios al priorizar el equilibrio de la estructura ecológica de la Sabana sobre el desarrollo.

Pero ¿qué hacer con los temas que aquejan a los bogotanos como la movilidad? Es necesario buscar la manera de intervenir sin generar tanto impacto, teniendo en cuenta que se debe evitar urbanizar. Sin embargo será todo un reto para la actual y las futuras administraciones distritales dar manejo al tema.

De acuerdo con la investigación realizada, los autores consideran que como última opción se podría contemplar el realizar la intervención completa de la reserva, que si bien, sin certeza absoluta podría mejorar las dificultades de accesibilidad, movilidad y vivienda que padece actualmente Bogotá, generaría también a largo plazo problemas que afectarían a todos los habitantes, en cuanto a la calidad de aire, deforestación, cambio de uso de suelo, sobreexplotación de recursos, entre otros.

En conclusión, es hora de que los bogotanos se pregunten qué futuro desean para la ciudad y por qué las decisiones no las toma la ciudadanía, sino el alcalde y el concejo de turno. Sin embargo, el poder de elegirlos a ellos gracias al ejercicio de la democracia, es algo de lo que sí es responsable el pueblo y como bien lo dice la frase de W.Churchill “cada pueblo tiene los gobernantes que se merece”.

## REFERENCIAS

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR (2011). *Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Regional Productora 5-1 del Norte de Bogotá D.C. “Thomas van der Hammen”*. Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Capítulo%2005%20Síntesis%20ambiental.pdf

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR (2014). Reserva forestal regional productora del norte de Bogotá D.C. “Thomas Van der Hammen”. Disponible en [https://www.google.com.co/h?q=reserva+forestal+regional+productora+del+norte+de+bogota+D.C.+Thomas+Van+der+Hammen&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=0ahUKEwid\\_qT119jcAhURyVMKHfcLBxEQ\\_iw=1920&bih=925#imgrc=hsAVZkTJnJhK9M](https://www.google.com.co/h?q=reserva+forestal+regional+productora+del+norte+de+bogota+D.C.+Thomas+Van+der+Hammen&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=0ahUKEwid_qT119jcAhURyVMKHfcLBxEQ_iw=1920&bih=925#imgrc=hsAVZkTJnJhK9M)
- Cortés, O. (2016). Las aves de la Reserva Van der Hammen... ¡déjenlas volar y vivir en paz!. *Fundación Humedales Bogotá*. Disponible en <http://humedalesbogota.com/2016/03/06/aves-reserva-van-der-hammen-dejenlas-volar/>
- DANE. (2005). *Evolución de la población 1985-2005, Bogotá D.C.* según proceso de conciliación censo y proyecciones de población
- Echeverry, V. (s.f). *Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción*. Disponible en <http://blog.360gradosenconcreto.com/caracterizacion-de-impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion/>
- Escobar, J. (2014). *Impactos de la Construcción reserva Fontanar en el Humedal La Conejera*. Disponible en <http://humedalesbogota.com/2014/11/24/impactos-de-la-construccion-reserva-fontanar-en-el-humedal-la-conejera/>
- Estupiñán, L.H. & Cabrera, L.M. (2008). Los alrededores: todo un ambiente en la U.D.C.A. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2). Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262008000200002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262008000200002)
- Guerrero, O.C. (26 de marzo de 2010). Murió Thomas van der Hammen, investigador de los ecosistemas colombianos. *Periódico El tiempo*. Disponible en [http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7487788](http://www.eltiempo.com/archivo/dокументo/CMS-7487788)
- Infoandina.org. (s.f). *Ojalá pudiera resucitar Thomas Van der Hammen*. Disponible en <http://infoandina.mtnforum.org/es/content/ojal%C3%A1-pudiera-resucitar-thomas-van-d>
- ISO 14001. (2015). Disponible en <http://www.nueva-iso-14001.com/pdfs/FDIS-14001.pdf>
- Loaiza, K. Loa Responde ¿Qué va a pasar con la reserva Van der Hammen? (13-nov-2016) [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=5&v=jrCL8ivz8Xs](https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=jrCL8ivz8Xs).
- Mendoza, L. & Sánchez, F. (2014). Mamíferos de la Hacienda Las Mercedes, un área rural al norte de Bogotá (Colombia). *Bol. Cient. Mus. Hist.*

- Nat. U. de Caldas*, 18(2), 157-171. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v18n2/v18n2a13.pdf>
- Niño Pavajeau, J.F. (1999). Las Migraciones Forzadas De Población, Por La Violencia, En Colombia: Una Historia De Éxodos, Miedo, Terror, Y Pobreza. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. 45(33), disponible en <http://www.ub.edu/geocrit/sn-45-33.htm>
- Polo, D. (2014, 14 de febrero). En Bogotá se construirá el que será el bosque urbano más grande del mundo. *Semana sostenible*. Disponible en <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/en-bogota-construira-sera-bosque-urbano-mas-grandes-del-mundo/30623>
- Puentes, J.D. (2016). *Las claves para entender la discusión sobre la reserva Van der Hammen*. Disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-1650893>
- Redacción ELTIEMPO (26 de marzo de 2010), Murió Thomas van der Hammen, investigador de los ecosistemas colombianos. *Periódico El Tiempo*. Disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-7487788>
- Redacción vivir. (2016, 7 de febrero). ¿Llegó la hora de frenar el crecimiento de Bogotá? *El Espectador*. Disponible en <https://www.elespectador.com/vivir/llego-hora-de-frenar-bogota-articulo-615151>
- Secretaría Distrital de Planeación (SDP). (2016). *Calendario estadístico 2017*. Disponible en <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionTomaDecisiones/Estadisticas/ProyeccionPoblacion:Proyecciones%20de%20Poblaci%F3n>

## AUTORES

**Y.A. Calderón.** Estudiante de Ingeniería en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional de la Fundación Universitaria Horizonte.

**C.E. Granados.** Estudiante de Ingeniería en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional de la Fundación Universitaria Horizonte.

**T.C. Simijaca.** Estudiante de Ingeniería en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional de la Fundación Universitaria Horizonte.

**D.P. Tamayo-Figueroa.** Microbióloga Industrial, Magíster en Ingeniería Ambiental - Investigación de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente Auxiliar Docente y Estudiante de Doctorado en Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia así como contractora de preguntas en ciencias naturales del Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) (*e-mail: dptamayof@unal.edu.co*).

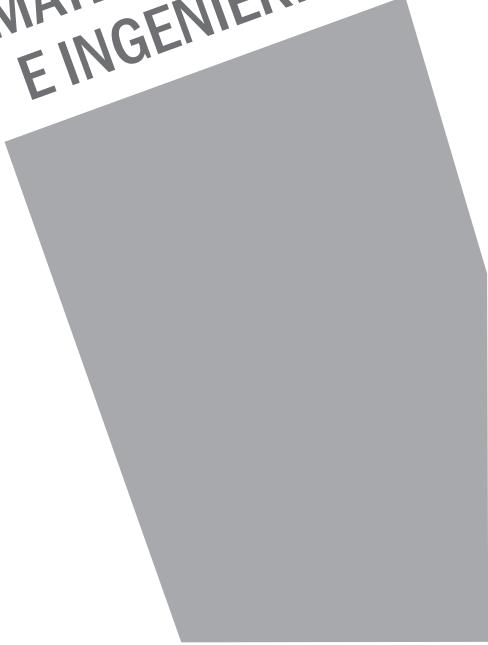
Recibido el 10 de Agosto de 2017.

Aceptado el 12 de Septiembre de 2017.

Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

### Citar este artículo como

Calderón, Y.A., Granados, C.E., Simijaca, T.C. & Tamayo-Figueroa, D.P. (2017). Descubriendo la Reserva Thomas Van Hammen, *Revista TECKNE*, 15(2), 20-26.



MATEMÁTICAS  
E INGENIERÍA

# ESTILOS DE APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

LEARNING STYLES IN MATHEMATICS' TEACHING

C.A. Ocampo Medina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Universitaria Horizonte - UniHorizonte, Bogotá D.C., Colombia

## RESUMEN

Los Estilos de Aprendizaje permiten reconocer las individualidades de los estudiantes para acercar a éstos al conocimiento de diversas áreas. La presente investigación cualitativa, tuvo como objetivo identificar los estilos de aprendizaje predominantes en estudiantes de Ingeniería de la Fundación Universitaria Unihorizonte, para diseñar actividades que aprovechen las individualidades y propendan por el mejoramiento del currículo de matemáticas. El estudio se basó en la teoría del modelo explicativo de Honey y Mumford. La investigación se llevó a cabo en el primer semestre de 2017 con una muestra de 60 estudiantes a los cuales se les aplicó el cuestionario CHAEA, dicho instrumento sirvió para diagnosticar los estilos de aprendizaje preferentes, permitiendo concluir que los estilos preferentes son: reflexivo y teórico.

**PALABRAS CLAVE:** Estilos de Aprendizaje, competencias en matemáticas, campos de pensamiento matemático, hábitos de estudio.

## ABSTRACT

Learning styles let to recognize individualities of students in order to bring them closer to the knowledge of different areas. The current qualitative research had as an object to identify the principal learning styles in engineering students in UNIHORIZONTE University to design activities that take advantage to individualities of students and tend to the improvement of math curriculum. This research was based on the model of Honey and Mumford and was developed from First semester of 2017. The sample was formed by 60 students who answered the questionnaire CHAEA. This instrument diagnosed principal learning styles It was concluded that preferred styles of learning are reflective and theoretical.

**KEYWORDS:** Learning styles, competences in mathematics, fields of mathematical thinking, study habits.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se percibe en los estudiantes, cierto nivel desmotivación frente al aprendizaje de las matemáticas. Dentro de las razones que ellos exponen para la falta de motivación, se encuentra el hecho de que no se sienten identificados con las metodologías empleadas por los docentes de matemáticas, muchas veces basadas en didácticas tradicionales.

Por otra parte, debido a la necesidad de que el estudiante sea el actor principal en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es relevante que el educador reconozca los estilos de aprendizaje predominantes en el grupo de alumnos, para de esta manera adoptar la metodología que más beneficie a los discentes.

También, se hace necesario empalmar los diferentes campos de pensamiento matemático y las competencias

en matemáticas con actividades que permitan a los estudiantes determinar cuál es la mejor forma en que aprenden esta área y con qué actividades se sienten más a gusto según sus estilos de aprendizaje para así motivar a todos los discentes por el gusto de un área que permite el desarrollo del pensamiento racional y crítico, dos competencias necesarias para el desempeño del ciudadano en la sociedad y del ingeniero en su campo profesional.

Por tanto este estudio tuvo como objetivo central diseñar actividades a través de la identificación los estilos de aprendizaje predominantes en estudiantes de ingeniería, para aprovechar las individualidades y propender por el mejoramiento de las didácticas de la clase de matemáticas.

Para dar cumplimiento a lo anterior se busco identificar los estilos de aprendizaje predominantes en los estudiantes de Ingeniería en Seguridad e Higiene Ocupacional de la Fundación Universitaria Horizonte, así como determinar el tipo de actividades que favorecen a los estudiantes de ingeniería en Seguridad e Higiene Ocupacional, para el aprendizaje de las matemáticas, teniendo en cuenta los estilos de aprendizaje preponderantes en los educandos.

## II. REFERENTES TEÓRICOS

### A. ESTILOS DE APRENDIZAJE

De la literatura existente acerca de los estilos de aprendizaje, se puede resaltar que “un estilo puede integrar una disposición, o una preferencia, o tendencia, un patrón conductual, una habilidad o una estrategia de aprendizaje” (Lozano-Rodríguez, 2005, citado por Lozano, Valdés, Sánchez & Esparza, 2011, p. 4). Por otra parte Alonso, Gallego & Honey (1994) definen estilos de aprendizaje como “rasgos cognitivos, afectivos y psicológicos que sirven como indicadores relativamente estables de como los discentes perciben, interrelacionan y procesan información ante distintas situaciones de aprendizaje” (citado por Santos & Santos 2013, p. 102). Según Dunn & Dunn (1975) “la utilización adecuada de los estímulos ambientales, emocionales, sociológicos, físicos y cognitivos conduce al aprendizaje” (citado por Alonso & Gallego, 1997, p. 42).

Existen diferentes caracterizaciones de los estilos de aprendizaje entre las cuales está la propuesta por Alonso, Gallego & Honey (1994) que es “una de las más conocidas y que ha fructificado en una amplia variedad de actividades científicas” (citado por Santos & Santos, 2013, p. 102). Esta caracterización toma como referencia el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb (1984) la cual se basa en los planteamientos de Piaget y formula que hay cuatro etapas de aprendizaje organizadas en espiral continuo: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Cada estudiante debe recorrer las cuatro etapas para determinar cómo aprende más cómodamente, si se es un estudiante: Activo, Reflexivo, Teórico o Pragmático (Díaz, 2012. p. 7).

Complementando, Alonso & Gallego (1997) describen características de los cuatro estilos planteados por Honey y Mumford, dividiendo las características en dos: principales y otras características.

Según Gallego & Nevot (2007) los estudiantes con estilo activo son: animador, improvisador, descubridor, arriesgado y espontáneo, creativo, novedoso, aventurero, renovador, inventor, vital, generador de ideas, lanzado, protagonista, chocante, innovador, conversador, líder, voluntarioso, divertido, participativo, competitivo, deseoso de aprender, solucionador de problemas y cambiante.

Los estudiantes con estilo reflexivo son: ponderado, concienzudo, receptivo, analítico y exhaustivo, observador, recopilador, paciente, cuidadoso, detallista, elaborador de argumentos, previsor de alternativas, estudioso de comportamientos, registrador de datos, investigador, asimilador, escritor de informes, lento, distante, prudente, inquisidor y sondeador.

El estudiante con estilo teórico se caracteriza por ser: metódico, lógico, objetivo, crítico y estructurado, disciplinado, planificado, sistemático, ordenado, sintético, razonador, pensador, relacionador, perfeccionista, generalizador, explorador, inventor de procedimientos, buscador de hipótesis, modelos, preguntas, supuestos subyacentes, conceptos, finalidad clara, racionalidad.

El pragmático es: experimentador, práctico, directo, eficaz, realista, y tiene otras características como: técnico, útil, rápido, decidido, planificador, positivo, concreto objetivo, claro, seguro de sí, organizador, actual, solucionador de problemas, aplicador de lo aprendido y planificador de acciones.

### B. CAMPOS DE PENSAMIENTO MATEMÁTICO

Según Perkins (1994) “El objetivo de enseñar las habilidades del pensamiento no se debería considerar, por tanto, como algo opuesto al de enseñar el contenido convencional sino como un complemento de éste.” (p. 3). Con base a este postulado, el área de matemáticas se divide en cinco campos de pensamiento. Esta distinción obedece a la diferencia de la naturaleza de los objetos que se estudian. Estos campos de pensamiento matemático son: numérico, variacional, métrico, geométrico y aleatorio.

Para Vasco (2006) el pensamiento numérico “hace referencia a esa parte del pensamiento matemático ligado a los sistemas numéricos” (citado por Secretaría de Educación Distrital (SED), 2007. p. 56).

El pensamiento métrico se refiere al acto de medir. Se miden magnitudes, se comparan dichas magnitudes en

donde se pueden establecer afirmaciones como mayor que o menor que.

El pensamiento geométrico está vinculado a las experiencias con objetos físicos, sus representaciones gráficas y simbólicas cuando se hace referencia a su localización, a sus cambios de posición a sus formas y a su modificación.

En tanto, el pensamiento variacional está relacionado con el desarrollo de esa parte del pensamiento involucrado con el estudio de la forma de variación de dos o más conjuntos de números o magnitudes.

Tiene que ver con esa parte del pensamiento matemático vinculado con el hecho de estudiar fenómenos reales o imaginarios en los que es posible identificar dos o más magnitudes y estudiar como varía una o varias en función de una o varias de otras (SED, 2007, p. 70).

Por su parte el pensamiento aleatorio hace referencia a la capacidad de abordar la comprensión de aquellos fenómenos aleatorios, cuyas causas son complejas y múltiples para enumerarlas y su conocimiento se torna problemático y confuso. Son fenómenos sobre los que no es posible construir modelos matemáticos exactos con los cuales se pueda determinar las condiciones iniciales. Se refiere a los análisis estadísticos, combinatorios y probabilísticos.

### C. COMPETENCIAS EN MATEMÁTICAS

Las competencias en el área de matemáticas son: la comunicación, la modelación, el razonamiento y la resolución de problemas.

Para Polya

Resolver un problema es encontrar un camino allí donde no se conocía previamente camino alguno, encontrar la forma de salir de la dificultad, encontrar la forma de sortear un obstáculo, conseguir el fin deseado, que no es conseguible de forma inmediata, utilizando los medios adecuados (citado por Perkins, 1994).

El razonamiento dentro del contexto de planteamiento y solución de problemas tiene que ver estrechamente con las matemáticas como comunicación, como modelación y como procedimientos. A manera general, se entiende por razonar “la acción de ordenar ideas en la mente para llegar a una conclusión” (Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998, p. 77).

La comunicación es una necesidad común que tienen los seres humanos en todas las actividades, disciplinas, profesiones y sitios de trabajo, es la habilidad para comunicarse. La persona debe ser capaz de expresar ideas hablando, escribiendo, demostrando y describiendo visualmente de diferentes formas; comprender, interpretar y evaluar ideas que son presentadas oralmente, por escrito y en forma visual. “Convertir de lenguaje coloquial a lenguaje matemático” (MEN, 1998, p. 94).

Finalmente, la modelación consiste en

Construir un objeto y establecer una relación analógica entre ese objeto y el sistema real que se desea modelar, de tal forma que partes del objeto y sus relaciones corresponden con partes del sistema y las relaciones que se dan entre estas (SED, 2007, p. 46).

### III. REFERENTES METODOLÓGICOS

---

La presente investigación fue proyectada en el enfoque cualitativo. El enfoque cualitativo “se deriva de las filosofías constructivistas, fenomenológicas y del interaccionismo simbólico” (Merriam en Valenzuela & Flores, 2012. p. 89). La investigación sigue este enfoque porque “se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto” (Hernández & Baptista et al., 1997.p. 364).

En este caso, se quiere conocer la percepción que tienen 60 estudiantes de ingeniería respecto al aprendizaje de las matemáticas para mejorar las prácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje y diseñar actividades respetando los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Por tanto, la presente investigación corresponde al tipo: Estudio de caso cualitativo, teniendo en cuenta que “constituye una descripción y análisis a profundidad de un sistema delimitado” (Valenzuela & Flores, 2012.p.93), así como se realiza sobre “una realidad singular, única e irrepetible, sin que ello signifique necesariamente un único sujeto” (Martínez, 2007.p. 15).

Para la recolección de la información se empleó el cuestionario CHAEA, el cual permite diagnosticar los estilos de aprendizaje preferentes.

## IV. RESULTADOS

### A. ESTILOS DE APRENDIZAJE

Los Estilos de aprendizaje se pueden definir como los “rasgos cognitivos, afectivos y psicológicos que sirven como indicadores relativamente estables de como los discentes perciben, interrelacionan y procesan información ante distintas situaciones de aprendizaje” (Alonso, Gallego & Honey, 1994 citado por Santos & Santos, 2013, p. 102). Cabe anotar que estos dependen de variables del orden cognitivo, biológico, afectivo y social que determinan la forma en que se aproximan a la información, su cosmovisión y su interacción social.

Con base a los postulados formulados por Sotillo & Gallego (2014) los resultados del cuestionario CHAEA, muestran que existen 15 tipos diferentes de Estilos y Subestilos de Aprendizaje preferente. Indicando que hay estudiantes que tienen preferencia por uno, dos, tres o los cuatro Estilos. Los resultados se exponen en la figura 1:



Figura 1. Estilos de aprendizaje por número de estilos preferentes.

Como se puede apreciar, en un 79% los estudiantes tienen preferencia por un solo estilo de aprendizaje, 14% por dos estilos y el 7% por tres estilos. Un dato curioso es observar que no se encontraron estudiantes que tuvieran preferencia por los cuatro estilos que son aquellos que se adaptan a cualquier metodología propuesta. Desde esta perspectiva, se analiza que se deben diseñar actividades que resulten interesantes a los tipos de aprendizaje individuales. Para tal fin se encontró la información referente a los estilos de aprendizaje individuales sintetizada en la figura 2.

Como se puede observar, el estilo preferente es el estilo Reflexivo, estilo que se ve favorecido con metodologías tradicionales al igual que el Teórico. Siguiendo este orden, se encuentra un alto porcentaje con preferencia

hacia el estilo Teórico y el Pragmático, de lo cual se puede determinar que hay un favorecimiento hacia el aprendizaje de las matemáticas.



FUENTE: PROPIA

Figura 2. Clasificación de Estilos de aprendizaje preferente.

Si bien los estilos encontrados como preferentes favorecen el aprendizaje de las matemáticas, es necesario proponer actividades incluyentes, técnicas didácticas que beneficien a los estudiantes que tienen otros estilos, por ejemplo, el trabajo colaborativo. Con esta técnica se deben organizar equipos de trabajo compuestos por estudiantes de diferentes estilos para complementarse.

Por otra parte, el aprendizaje basado en problemas favorece la participación de los estudiantes con estilo activo, así como la inclusión de Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC's. Desde este panorama, se puede determinar que es necesaria una planeación de actividades que propendan por generar interés en el aprendizaje de las matemáticas a estudiantes que tienen estilos activo y pragmático, que son los aquellos que no se favorecen de las didácticas tradicionales, las cuales son las más utilizadas para el trabajo en el área.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de los datos permitió determinar los estilos de aprendizaje preferentes de los estudiantes de Ingeniería de la Fundación Universitaria Unihorizonte, los cuales son reflexivo y teórico.

En primera instancia, se pudo encontrar que en un 79% los estudiantes tienen un solo estilo de aprendizaje preferente, y de estos, se destacan los educandos que tienen estilo reflexivo, seguido del estilo teórico y el estilo pragmático, los cuales son estilos que favorecen al aprendizaje de las matemáticas con metodologías

tradicionales. Sin embargo, es necesario hacer un cambio en las didácticas que hasta el momento se han desarrollado, con el fin de lograr un aprendizaje incluyente de la materia.

Por otra parte, concretar que el hecho de conocer el estilo de aprendizaje de los estudiantes de ingeniería, permite al docente enfocar más sus prácticas pedagógicas hacia el diseño de actividades que principalmente, llamen la atención de todos los estudiantes, garantizando con esto la realización de dichas actividades por parte de los educandos; además de encontrar una identidad con sus gustos, lo que redunda en un entusiasmo al sentirse de verdad protagonista del acto educativo.

Igualmente, se encontró que se deben establecer losas de confianza entre el docente y los estudiantes, para que no se creen barreras que impidan la comunicación asertiva entre los actores del hecho educativo. Al determinar que la mayoría de estudiantes tienen un estilo reflexivo, y que una de las características de este estilo es la personalidad tímida, es necesario que el docente se aproxime a los alumnos para romper el hielo y así lograr que el estudiante se sienta en total tranquilidad de manifestar el gusto o desagrado por determinadas actividades.

Dentro de los hallazgos, se pudo determinar que los estudiantes no tienen hábitos para el estudio de las matemáticas (datos no mostrados acá), teniendo en cuenta que no preparan sus exámenes y no dedican un tiempo diario para estudiar por su cuenta. Se hace entonces necesario que los docentes busquen la forma de diseñar espacios virtuales donde el estudiante pueda acceder a una explicación en el momento que lo necesite y los motive por ser autónomos. Este apoyo en complemento con el conocimiento de los estilos de aprendizaje preferentes, provocarán en el estudiante un deseo por aprender y ser el mismo su motivador.

Con base a los resultados de esta investigación, se propone que se inicien las actividades académicas del semestre con el estudio de los estilos de aprendizaje de cada estudiante para poder diferenciar las preferencias de cada alumno y así diseñar, no solo las actividades a aplicarse en el área de matemáticas, sino en todas las áreas del conocimiento, con el fin que los estudiantes aprovechen su estilo dominante y desarrollos los otros estilos de forma tal que se hagan conscientes y tengan más estrategias para hacer suyo el conocimiento. De igual forma, se puede recomendar a los profesores que

diseñen actividades motivantes para los discentes según sus individualidades.

La investigación presenta limitaciones que permitirán a futuros estudios mejorar los resultados, entre ellas se encuentra el hecho de no conocer en su totalidad el estilo de aprendizaje de cada estudiante y el restringir este conocimiento en el diseño de actividades solo para el área de matemáticas. La investigación se complementaría si se integraran otras áreas del conocimiento para el trabajo por proyectos transversales. También, se recomienda para futuros estudios el trabajo con variables como el autoconcepto, el género y los hábitos de estudio.

Para finalizar, se sugiere que se deben aprovechar espacios institucionales para socializar con los estudiantes, prácticas pedagógicas que los lleve a encontrar el gusto por el aprendizaje de las matemáticas. De esta forma, no verán en las matemáticas, algo difícil que solo les sirve para desenvolverse al momento de hacer cálculos y encontrarán la importancia que éstas tienen para su vida como profesionales y ciudadanos.

## REFERENCIAS

- Alonso, C. & Gallego, D. (1997). *Guía cómo diagnosticar y mejorar los estilos de aprendizaje, guía didáctica*. Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Díaz, E. (2012). Estilos de aprendizaje. *Revista Eídos*, 5, 5-11. Disponible en <http://www.ute.edu.ec/postgrados/eidos5.pdf#page=5>.
- Gallego, D.J. & Nevot, A. (2007). Los estilos de aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista Complutense de Educación*. 19(1), 95-112. Disponible en <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0808120095A/15564>. Consultado 07-10-2014
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (1997). *Metodología de la investigación*. México: McGraw – Hill Interamericana.
- Lozano, A., Valdés, D.E., Sánchez, A.L. & Esparza, E. (2011). Uso de Google Docs como herramienta de construcción colaborativa tomando en cuenta sus estilos de aprendizaje. *Revista Estilos de aprendizaje*, 8(1), 23-39. Disponible en [http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/cn\\_17.pdf](http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/cn_17.pdf). Consultado 25-08-2014.
- Martínez González, R.A. (2007). *La investigación en la*

- práctica educativa*. Bogotá: CIDE  
Ministerio de Educación Nacional. (1998).  
*Lineamientos curriculares de Matemáticas*.  
Bogotá, Colombia: Editorial Magisterio.
- Perkins, D. (1994). *Enseñar a pensar*. Barcelona,  
España: Centro de publicaciones del M.E.C y  
Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Santos, M.A. & Santos, M.V., (2013). Estilos de  
aprendizaje y autoconcepto académico en los  
alumnos de bachillerato: diferencias entre  
modalidades. *Revista Estilos de Aprendizaje*,  
6(11), 100-117. Disponible en <http://learningstyles.uvu.edu/index.php/jls/article/view/186/147>. Consultado 01-09-2014.
- Secretaría de Educación Distrital. (2007). *Orientaciones  
curriculares – Pensamiento matemático*. Bogotá,  
Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Sotillo, J.F. & Gallego, D.J. (2014). *Estilos de  
aprendizaje - CHAEA Junior*. Disponible en  
<http://www.nuevochaea-junior.blogspot.com>
- Valenzuela Gómez, J.R. & Flóres Fahara, M. (2012).  
*Fundamentos de investigación educativa  
volumen 2*. Guadalajara: Tecnológico de  
Monterrey, EGE.
- Vegas, E., Bos, M.S. & Ganimian, A. (2014). Lecciones  
de PISA 2012 para América Latina. *Revista Ruta  
Maestra* 7, 5-1. ISSN: 2322-7036.

## AUTORES

**César Augusto Ocampo Medina.** Ingeniero Civil  
de la Universidad La Gran Colombia, Magíster en  
Educación de la Corporación Universitaria Minuto de  
Dios y Maestro en Educación del Instituto Tecnológico  
de Monterrey. Actualmente se Desempeña como  
Docente de Matemáticas Superiores de la Fundación  
Universitaria Horizonte y Docente de Matemáticas  
de la Secretaría de Educación de Bogotá (*e-mail*:  
*cesarocampo\_76@hotmail.com*).

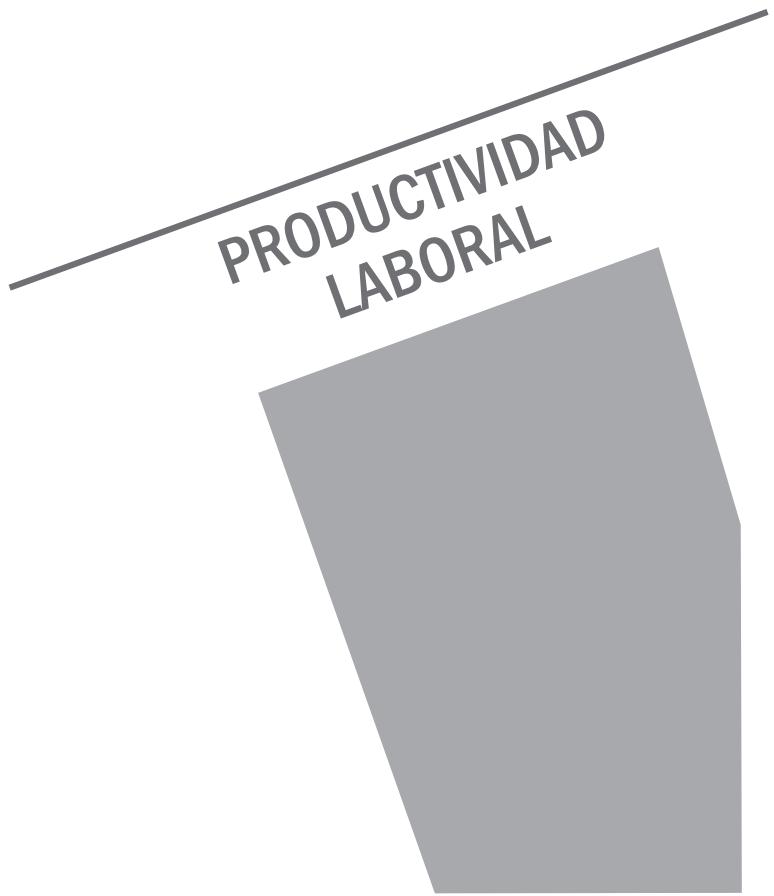
Recibido el 30 de Octubre de 2017.

Aceptado el 24 de Noviembre de 2017.

Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

### Citar este artículo como

Ocampo Medina, C.A. *Estilos de Aprendizaje en la Enseñanza de las  
Matemáticas*, *Revista TECKNE*, 15(2), 28-33.



# EL TIEMPO COMO RECURSO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL

---

TIME AS A RESOURCE FOR INCREASING WORKING PRODUCTIVITY

---

R.M. Suárez Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Corporación Universitaria Republicana, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

Las empresas miden la productividad laboral en función de la producción obtenida por sus trabajadores, por tanto si los trabajadores presentan pérdidas de tiempo reducen la capacidad de obtener los productos esperados en el tiempo invertido y pagado por nómina. Se afirma que la baja productividad de los países latinoamericanos está dada por el poco esfuerzo de los individuos en producir más. Este documento presenta una aproximación al estudio de la gestión de tiempo en trabajadores colombianos, donde a través de un instrumento se midió el uso del tiempo en las organizaciones, así como la influencia de la motivación en el adecuado desarrollo de los trabajos. Se identificaron variables que se ven afectadas por la incidencia de la programación de las actividades en el tiempo y por la motivación que puede darse tanto por las necesidades económicas, como por el sentido de pertenencia.

**PALABRAS CLAVE:** Gestión del tiempo, productividad laboral, tiempo.

## ABSTRACT

The companies measure labor productivity based on the production obtained by their workers, so if the workers present losses of time they reduce the capacity to obtain the expected products in the time invested and paid by payroll. It is stated that the low productivity of the Latin American countries is due to the little effort of the individuals to produce more. This document presents an approach to the study of time management in colombian workers, where an instrument measured the use of time in organizations, as well as the influence of motivation on the proper development of the work. We identified variables that are affected by the incidence of programming of activities over time and by the motivation that can be given by both economic needs and by the sense of belonging.

**KEYWORDS:** Time management, labor productivity, time.

---

## I. INTRODUCCIÓN

---

La productividad a nivel general, se establece como el cociente entre la producción obtenida y los insumos utilizados, o entre el desempeño alcanzado y los recursos consumidos (OCEE, 1950 citado por Bonilla, 2012); entre los que se encuentran el capital, la inversión, la mano de obra o la materia prima. Sin embargo, la productividad puede medirse de dos formas: como productividad total de los factores o como productividad parcial, de la cual hace parte el concepto de productividad laboral.

Por productividad parcial se entiende la razón entre la cantidad producida y un solo tipo de recurso consumido (mano de obra o capital), cuando la relación solo tiene en cuenta la producción entre la mano de obra se

denomina productividad laboral (Praguer & Paredes, 2010). Sin embargo en el análisis del comportamiento de la productividad laboral se deben tener en cuenta variables como el nivel de formación y la experiencia de los trabajadores (Bonilla, 2012). Otros autores incluyen como variables de influencia en la productividad laboral el nivel de tecnología que posee la organización (Villamil, 2003).

De acuerdo a lo estipulado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en el año 2013, se considera que la baja productividad laboral es la principal causante del pobre crecimiento económico que han tenido los países en América Latina, durante las últimas tres décadas (Aravena & Fuentes, 2014).

Igualmente como lo asegura Villamil (2003), la baja productividad laboral en Colombia se puede explicar por la carencia de esfuerzo de los trabajadores con el objetivo de incrementar su eficiencia, situación que podría darse si alcanzara mayores niveles de formación. Sin embargo, es importante analizar que la productividad laboral se mide en función de las horas trabajadas, de ahí la importancia de indagar como el trabajador colombiano distribuye el tiempo de la jornada laboral para la realización de los trabajos asignados y adicionalmente de conocer cuál es su nivel de compromiso frente al cumplimiento oportuno de las actividades para las cuales fue contratado.

---

## II. REFERENTES TEÓRICOS

---

### A. PRODUCTIVIDAD

El desarrollo de la actividad empresarial es complejo, por tanto requiere medirse a fin de conocer los resultados obtenidos frente a la inversión realizada. La productividad es una medida de la forma como se usan los recursos en la producción de bienes o prestación de servicios. Existen varios aportes sobre la definición de productividad, tal es el caso de Quesnay en 1766, quien menciona que productividad, es conseguir la mayor satisfacción con el menor gasto o fatiga, seguido de Adam Smith quien afirma que lograr dividir el trabajo es la causa de mayor importancia en el progreso de las facultades productivas del trabajo, premisa que fue utilizada por Frederick Taylor para el estudio del trabajo en la administración científica (Pérez-Gómez, 2007).

Karl Marx, consideró que la productividad es el incremento de la producción a partir del desarrollo de la capacidad productiva del trabajo, sin que existan cambios en el uso de la fuerza de trabajo. Por su parte, la Organización para la Cooperación Económica Europea (OCEE) define la productividad como el cociente que resulta de dividir la producción por uno de los factores de producción, de esta manera es posible hablar de productividad de capital, de inversión, mano de obra, etc (Urbina, s.f., Felsinger & Runza, 2002).

Por lo tanto, la productividad puede ser medida de varias maneras, entre las más conocidas están la productividad total de los factores y la productividad parcial; la primera hace referencia al cociente entre la producción obtenida y todos los recursos de la organización invertidos, por su parte la productividad parcial hace alusión al cociente entre la producción obtenida y solo un tipo de recurso invertido. La productividad laboral hace parte de la medición parcial definida como la relación

entre la producción y el personal involucrado en ella, representado en las horas de trabajo de los individuos.

Es importante resaltar que un cambio en la productividad implica un cambio técnico que puede darse por demoras, aceleraciones o mejoras en la educación de la fuerza de trabajo (Felsinger & Runza, 2002). Para el caso de la productividad laboral, se puede asegurar que una mayor ejecución de tareas y una mayor fabricación de productos está directamente relacionada con una disminución en los tiempos no productivos. Dado que el cociente de la productividad laboral está dado por el recurso tiempo, bien vale la pena concentrarse en el uso del tiempo que invierte la organización para generar valor agregado.

### B. TIEMPO COMO RECURSO

El tiempo es una variable de gran relevancia en el contexto empresarial por su nivel de influencia en la productividad y en la planificación de los colaboradores de una empresa (Reveron, 2015). Según Peter Drucker, el tiempo es el más escaso de los recursos y a menos que se administre, ninguna otra cosa podrá administrarse, dado que es un recurso, se considera como el de más valor para las personas, por lo escaso y limitativo, razón que lo convierte en una de las variables que han de administrarse adecuadamente para el logro de objetivos (Vargas, 2010).

Por tal razón, los sistemas de mejoramiento continuo desarrollados dentro de las organizaciones establecen que para que una organización funcione eficientemente debe darse un completo aprovechamiento de los recursos que permita la maximización de los resultados previstos.

Las organizaciones establecen sistemas de control que monitorean constantemente el aprovechamiento de los recursos invertidos como son: maquinaria, materia prima, mano de obra y especialmente el recurso tiempo. Dado que, basado en el tiempo se realiza la programación de actividades y de recursos, factor que influye directamente en los costos que asumen las organizaciones para funcionar. El pago de la nómina es una muestra de ello, al trabajador se le paga un salario mensual en función del tiempo trabajado, que ha sido estipulado en el código sustantivo del trabajo como jornada laboral de 8 horas diarias para el caso colombiano.

Cuando un trabajador no logra culminar las actividades propias de su labor en el tiempo pactado, el sistema de

control permite analizar la situación desde el concepto de eficiencia al igual que desde la productividad. Con el fin de poder realizar el control del tiempo en las organizaciones se ha estipulado la jornada laboral, la cual se entiende como el tiempo del que dispone un trabajador para desarrollar las tareas asignadas y que se estipula en el proceso de la contratación (García & Pérez, 2013), o durante el cual las personas estén a disposición del empleador o de otras personas que puedan reclamar sus servicios.

Según la Organización Internacional del Trabajo-OIT (2012), la jornada laboral incluye las horas normales de trabajo y las horas efectivamente trabajadas, definidas las últimas como las horas dentro de un periodo de referencia específico en que los trabajadores remunerados se encuentran disponibles para recibir órdenes de un empleador y donde debe tenerse en cuenta que los tiempos de descanso no son disponibles para trabajar, así como la forma en que se ordenan dichas horas durante un periodo de referencia determinado (organización y programación del tiempo de trabajo).

Se considera que cuando un trabajador administra adecuadamente el tiempo de la jornada laboral diaria para desarrollar a tiempo sus actividades, la consecuencia final será el incremento de la productividad de la economía en general proveniente de pequeños aumentos en los rendimientos de cada uno de los trabajadores (Montañés, 2011).

Dada esta situación, es necesario analizar la manera como los trabajadores distribuyen el tiempo de la jornada laboral, teniendo en cuenta que según España (2013) en Colombia la productividad es tan baja que se requieren 4,5 trabajadores para hacer la misma actividad que uno en Estados Unidos, lo anterior como consecuencia, en parte por la falta de sofisticación del aparato productivo así como lo debido a los altos niveles de informalidad.

Como ya se había mencionado, en Colombia la jornada máxima de trabajo semanal corresponde a 48 horas, por tanto, la productividad laboral medida en horas trabajadas por persona al año es cercana a 2.304, lo que implica que se requieren más horas para realizar el trabajo, a diferencia de países como México, Costa Rica y Chile con 2.246, 2.230 y 1.988 horas año respectivamente y muy por encima de países europeos como Alemania donde se trabaja 1.371 horas año en promedio, según datos de Organización para el Desarrollo y Cooperación Económica (OCDE) para 2015.

Situación contraria a los paradigmas de algunas organizaciones que consideran a los colaboradores que trabajan más horas como aquellos más productivos y quienes propician la cultura del presentismo junto con un reconocimiento social, asociado con trabajar largas jornadas en la que empresarios y trabajadores valoran la permanencia en el puesto de trabajo más allá de la hora de salida como muestra de entrega y dedicación (Montañés, 2011).

Dado que, como se expuso previamente, el tiempo es el activo más valioso en una organización (Reveron, 2015), cobra gran importancia la administración que se hace de ese recurso, por lo tanto en las empresas se evidencian capacidades que permiten gestionarlo adecuadamente como por ejemplo: planificación, priorización, establecimiento de objetivos, programación y asignación de cargas de trabajo (Vargas, 2010).

La gestión del tiempo o *Time Management*, se concibe como la determinación de necesidades, establecimiento de metas, fijación de prioridades y planificación de tareas en un plazo de tiempo dado (Reveron, 2015), es decir, se refiere a las actividades propias de la programación de las actividades a desarrollar en la jornada de trabajo.

Sin embargo para analizar como el trabajador administra el tiempo de la jornada laboral es necesario tener en cuenta lo mencionado por Alvarez (2008), quien identifica dos tipos de compromiso organizacional: el compromiso afectivo que hace referencia a la vinculación emocional que el trabajador tiene hacia la empresa y el compromiso de permanencia referente a la necesidad de permanecer en la empresa por motivos económicos. Según lo expuesto por Marvel, Rodríguez, & Núñez (2014) la motivación es una causa y la productividad es consecuencia o el efecto.

---

### III. DISEÑO METODOLÓGICO

---

El estudio inició con una revisión bibliográfica sobre el concepto de productividad laboral, jornada laboral y gestión del tiempo. Posteriormente se utilizó un instrumento de recolección de datos basado en la propuesta española denominada “Gestión del tiempo de la Junta de Andalucía”, con la inclusión de preguntas para caracterizar a los individuos que hicieron parte de la muestra. Se calculó una muestra de 60 individuos para población conocida de trabajadores, con un porcentaje de error del 5% y un nivel de confianza del 95%.

Al aplicar el instrumento basado en la propuesta de la Consejería de Economía y Conocimiento (2015), en el cual se incluyen variables que afectan la realización de las actividades de los individuos en función del tiempo y de la forma como este gestiona el tiempo, se incluyeron tres preguntas relacionadas con el uso de redes sociales durante la jornada de trabajo, teniendo en cuenta su influencia actual en la sociedad.

Para el análisis de la información recolectada se utilizó el software IBM SPSS versión 2.0, el cual permitió relacionar las programación del tiempo de trabajo con otras variables del estudio. Dada la estructura del instrumento con variables categóricas se definió un análisis por medio de tablas de contingencia, aplicando el estadístico *Chi*-cuadrado de Pearson con el fin de conocer el nivel de dependencia entre las variables contrastadas.

La hipótesis nula con la que se trabajaron las variables en las tablas de contingencia está dada porque las variables son independientes, contra la hipótesis de trabajo que indica que las variables analizadas son dependientes.

Las principales variables que se tuvieron en cuenta para la realización del estudio fueron la motivación, expresada como el nivel de compromiso y la programación de actividades en el tiempo de trabajo como forma de gestión del tiempo, el establecimiento de prioridades, la organización del lugar de trabajo, el aprovechamiento del tiempo, el cumplimiento de trabajos, tiempo dedicado a la familia, trabajo sin interrupción, realización de pausas dentro de la jornada, trabajo acumulado y respeto por el tiempo de otros, entre otras. La variable programación de las actividades en el tiempo de trabajo, así como la motivación se contrastaron con las demás para establecer su nivel de dependencia.

El criterio de aceptación de las hipótesis se daba si la significancia asintótica con *Chi*-cuadrado de Pearson era menor que el Alfa (0.05). Se realizó este análisis con la variable programación del tiempo y se incluyeron en él las variables que cumplieron con el criterio de aceptación, es

decir con una significancia asintótica con *Chi*-cuadrado de Pearson menores o muy cercanas a 0.05 y para ellas se incluyó que sí existía la relación entre las variables.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis realizado mediante el uso de tablas de contingencia, se encontraron seis variables que mostraron relación de dependencia con la programación del tiempo, es decir que si el individuo realiza la programación del tiempo de trabajo, esto afecta de manera directa la existencia de las variables presentadas en la tabla 1.

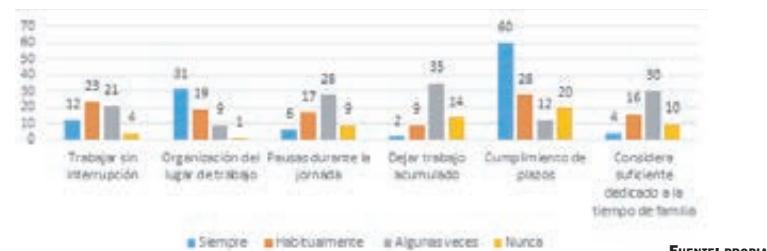
**TABLA I**  
VARIABLES DE GESTIÓN DEL TIEMPO  
DEPENDIENTES DE LA PROGRAMACIÓN DE  
ACTIVIDADES

VARIABLE 1	VARIABLE 2	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
Programación de actividades en el tiempo	Trabajar sin interrupción	0,053
	Organización del lugar de trabajo	0
	Pausas durante la jornada	0,012
	Dejar trabajo acumulado	0
	Cumplimiento de plazos	0,022
	Considera suficiente dedicado a la familia	0,004

FUENTE: PROPIA

A continuación se realizará el análisis al detalle de las variables.

De acuerdo con la figura 1, cuando una persona siempre programa las actividades en su tiempo laboral logra mantener la organización del lugar de trabajo y cumple con los plazos de entrega, sin embargo no considera suficiente el tiempo dedicado a su familia. En contraste, de acuerdo al estudio, los individuos que algunas veces programan las actividades en el tiempo de trabajo, suelen trabajar sin interrupción más que los individuos que siempre las programan, pero incrementan la frecuencia de pausas durante la jornada, dejando trabajo acumulado, apesar que consideran suficiente el tiempo dedicado a su familia.



FUENTE: PROPIA

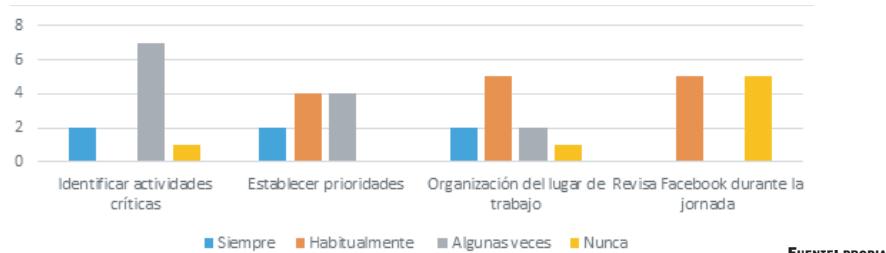
Figura 1. Efecto de la programación de actividades en el tiempo de trabajo

Para el caso de la variable motivación, entendida como el nivel de compromiso que tiene el individuo con la organización para la cual trabaja, se tiene la siguiente relación de variables dependientes (ver tabla 2).

**TABLA 2**  
VARIABLES DE GESTIÓN DEL TIEMPO  
DEPENDIENTES DE LA MOTIVACIÓN

VARIABLE 1	VARIABLE 2	SIG. ASINTÓTICA (BILATERAL)
Motivación	Identificar actividades críticas	0,002
	Establecer prioridades	0,004
	Organización del lugar de trabajo	0,032
	Revisa Facebook durante la jornada	0,01

FUENTE: PROPIA



FUENTE: PROPIA

Figura 1. Efecto de la motivación por necesidad económica únicamente en la gestión del tiempo

De acuerdo con el análisis realizado, para los individuos que siempre están motivados por necesidad económica predominantemente, se encuentra que siempre identifican las actividades críticas de los trabajos, es decir aquellas que los pueden atrasar, siempre establecen prioridades y organizan su lugar de trabajo y no invierten tiempo durante la jornada de trabajo para revisar Facebook.

En el caso de los individuos que algunas veces se sienten motivados solo por la necesidad económica se encuentra que en algunas oportunidades identifican actividades críticas, a veces establecen prioridades y muy pocas veces organizan el lugar de trabajo, pero son semejantes a los anteriores en que tampoco revisan Facebook.

A continuación se realizará el análisis al detalle de las variables, que presentan relación de dependencia por motivación derivada del sentido de pertenencia y la

Del análisis realizado mediante el uso de tablas de contingencia, se encontraron cuatro variables que tienen relación de dependencia con la motivación. Es preciso tener en cuenta que la motivación puede estar dada por la necesidad económica o por el sentido de pertenencia con necesidad económica, es decir que dependiendo del tipo de motivación que presente el individuo hacia la organización, esto afecta de manera directa la existencia de las variables presentadas en la tabla 2.

A continuación, en la figura 2 se realiza el análisis al detalle de las variables:

necesidad económica.

El análisis presenta que los individuos que se sienten motivados por el sentido de pertenencia hacia la organización donde trabajan, además de la necesidad económica, tienen mayor tendencia a identificar siempre las actividades críticas de su labor, a establecer prioridades, a organizar el lugar de trabajo y poca tendencia a revisar Facebook durante la jornada, como se observa en la figura 3. El estudio en este caso es concordante con los individuos que no se sienten motivados por el sentido de pertenencia, dado que tienden a tener bajas frecuencias en las actividades propias de la gestión del tiempo como los son identificar actividades críticas, el establecer prioridades, organizar el lugar de trabajo y por muestran alta frecuencia en la revisión de Facebook durante la jornada.



FUENTE: PROPIA

Figura 3. Efecto de la motivación por sentido de pertenencia y necesidad económica en la gestión del tiempo

## V. CONCLUSIONES

La gestión del tiempo en las organizaciones incide directamente en la productividad laboral, dado que la jornada con tareas organizadas previamente y sin pérdida de tiempo permite el cumplimiento en las fechas de entrega de los trabajos solicitados.

Sin embargo es necesario resaltar que no solamente la programación del tiempo asegura una mejora en la productividad laboral, existen otras variables de influencia como la motivación que pueden ayudar a su incremento y a la disminución del desperdicio de este recurso, dado que los individuos que no sienten pertenencia por las organizaciones en las que trabajan y que no programan las actividades a realizar en el tiempo de trabajo suelen desperdiciarlo más.

Se puede asegurar que una causa de la baja productividad en las organizaciones está dada por la inadecuada gestión del tiempo, muy a pesar de las propuestas teóricas que indican que el problema se da principalmente por la baja formación y el uso de tecnología incipiente.

## REFERENCIAS

- Alvarez Llorente, G. (2008). Determinantes del compromiso organizacional . ¿Están los trabajadores a tiempo parcial menos comprometidos que los trabajadores a tiempo completo ? *Cuadernos de Estudios Empresariales*, 18, 73–88. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2517650.pdf>
- Aravena, C. & Fuentes, J.A. (2014). El desempeño mediocre de la productividad laboral en América Latina. *Naciones Unidas - Cepal*, 54.
- Bonilla, E. (2012). *La importancia de la productividad como componente de la competitividad*. Recuperado de <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/732/1/41584611-2012-2-EF.pdf>
- Consejería de Economía y Conocimiento. (2015). Gestión eficaz del tiempo: primero lo primero. In J. de Andalucía (Ed.), *Andalucía emprende*, Fundación Pública Andaluza. Junta de Andalucía. Recuperado de [www.andaluciaemprende.es/wp-content/uploads/.../manual-gestion-del-tiempo.pdf%0A](http://www.andaluciaemprende.es/wp-content/uploads/.../manual-gestion-del-tiempo.pdf%0A)
- España Ardila, A. (2013). *Informe Mensual del Mercado Laboral Contenido*. Fedesarrollo. Recuperado de [http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2013/05/IML-Agosto\\_Web2013.pdf](http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2013/05/IML-Agosto_Web2013.pdf)
- Felsinger, E. & Runza, P. (2002). Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros (*Tesis de maestría en dirección de empresas*). Universidad del CEMA. Buenos Aires, Argentina.
- García, L. & Pérez, A.N. (2013). *Los horarios laborales y su influencia en la percepción del equilibrio trabajo-familia*. Recuperado de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4491/1014212475-2013.pdf>
- Marvel Cequea, M., Rodríguez Monroy, C. & Núñez Bottini, M.A. (2014). La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores. *Intangible Capital*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/549/54921605013.pdf>
- Montañés Bernal, A. (2011). Tipos de jornada y productividad del trabajo. *C. económico y social de A. De*. Ed. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, España. Recuperado de [http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoEconomicoSocialAragon/Areas/Publicaciones/PRODUCTIVIDAD\\_2.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoEconomicoSocialAragon/Areas/Publicaciones/PRODUCTIVIDAD_2.pdf)
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2012). Recuperado de <http://www.ilo.org>
- Organización para el desarrollo y cooperación económica (OCDE). (2015). Estudios económicos de la OCDE Colombia. Recuperado de <http://www.ocde.org/eco/surveys/overview-colombia-esp.pdf>.
- Pérez-Gómez, C.H. (2007). Tiempo y experiencia para la productividad: dos variables imprescindibles de la administración. *Universidad & empresa*, 9(13). Recuperado de <http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1038>
- Praguer, J.J. & Paredes, C. (2010). Factores que intervienen en el nivel de productividad de la empresa Dypers. (*Maestría en Administración*). Facultad de ciencias administrativas y económicas. Universidad ICESI Recuperado de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/5365/1/paredes\\_factores\\_empresa\\_2010.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/5365/1/paredes_factores_empresa_2010.pdf)
- Reverón Suárez, N. (2015). *La Gestión del Tiempo - Time Management*. La laguna, España. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1329/LA GESTION DEL TIEMPO.pdf>

- TIEMPO.pdf?sequence=1
- Urbina García, C.C. (s.f.). *Productividad*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajoss8/produtividad/productividad.html>
- Vargas Vega, T. de J. (2010). Cuantificación de los disfuncionamientos de la gestión del tiempo de una Pyme caso Cotsa. *Revista Internacional La Nueva Gestión Organizacional*, 6, 28–39. Recuperado de [http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/15\\_02\\_gestion\\_del\\_tiempo.pdf](http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/15_02_gestion_del_tiempo.pdf)
- Villamil, J. (2003). *Productividad y cambio tecnológico en la industria colombiana*. Recuperado de [http://www.fuac.edu.co/download/revista\\_economica/volumen\\_2n1/7-productividad.pdf](http://www.fuac.edu.co/download/revista_economica/volumen_2n1/7-productividad.pdf)

## AUTORES

**Ruth Milena Suárez Castro.** Ingeniera Industrial, MSc. en Ingeniería Industrial. Actualmente se desempeña como docente investigador de la Corporación Universitaria Republicana. (*e-mail: rmsuarezc@yahoo.com*)

Recibido el 31 de Julio de 2017.

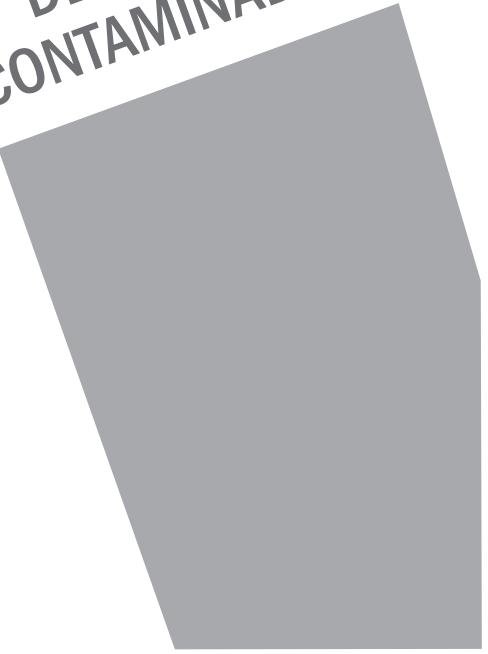
Aceptado el 05 de Septiembre de 2017.

Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

**Citar este artículo como**

Suárez Castro, R.M. *El tiempo como recurso para el incremento de la productividad laboral*, **Revista TECKNE**, 15(2), 35-41.

BIORREMEDIACIÓN  
DE AGUAS  
CONTAMINADAS



# DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO A TRAVÉS DE UN FILTRO BIOLÓGICO Y UN SISTEMA DE BIORREMEDIACIÓN PARA LAS AGUAS CONTAMINADAS CON METALES PESADOS

---

DESIGN OF A TREATMENT SYSTEM THROUGH A BIOLOGICAL FILTER AND A BIOREMEDIALATION SYSTEM FOR WATER CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

---

A. León Agatón<sup>1</sup> y U.F. Carreño Sayago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundación Universitaria los Libertadores, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

La propuesta para el diseño de un sistema de tratamiento de aguas contaminadas eficaz y viable económicamente para las diferentes industrias se abordó en este artículo. En una primera fase se diseña un filtro biológico con zeolitas como material de soporte complementándose con material biológico de la planta conocida como buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) seco y molido. El uso de *E. crassipes*, en el sistema es clave, pues es una forma de aprovechar su biomasa excesiva en los ecosistemas, ya que esta planta acuática es muy abundante en humedales, lagunas y ríos, y debido a esto genera numerosos problemas ambientales y ecológicos. En una segunda fase, se propone un sistema de tratamiento también con la planta *E. crassipes* aún viva buscando obtener remociones más altas de los metales pesados contenidos en aguas contaminadas en diferentes industrias. Tras una revisión exhaustiva sobre la temática, es posible afirmar que un sistema en el cual el agua sea tratada con zeolitas y después con *Eichhornia crassipes* resulta ser económico y fácil de conseguir, lo que permite obtener resultados eficientes, presentando como ventaja adicional que posterior a su uso en biorremediación, este material vegetal se puede convertir en energía para cualquier tipo de industria.

**PALABRAS CLAVE:** biorremediación, *Eichhornia crassipes*, filtros biológicos, zeolitas.

## ABSTRACT

The proposal for the design of an efficient and economically viable polluted water treatment system for the different industries was addressed in this article. In the first phase, a biological filter with zeolites is designed as a support material, complemented by biological material from the plant known as the water buckron (*Eichhornia crassipes*), dry and ground. The use of *E. crassipes*, in the system is key, as it is a way to take advantage of its excessive biomass in the ecosystems, since this aquatic plant is very abundant in wetlands, lagoons and rivers, and due to this generates numerous environmental and ecological problems. In a second phase, a treatment system with the plant *E. crassipes* still alive is also proposed, looking to obtain higher removals of the heavy metals contained in contaminated waters in different industries. After an exhaustive review on the subject, it is possible to affirm that a system in which the water is treated with zeolites and then with *Eichhornia crassipes* turns out to be economical and easy to obtain, which allows to obtain efficient results, presenting as an additional advantage that after its use in bioremediation, this plant material can be converted into energy for any type of industry.

**KEYWORDS:** bioremediation, biofilters, *Eichhornia crassipes*, zeolites.

---

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el mundo está enfrentando una crisis debido a la falta de agua potable. Dicha escasez es consecuencia del rápido desarrollo de las industrias y la gran cantidad de agua residual de procesos industriales que se descarga a los ríos y demás sistemas hídricos. Las aguas residuales (AR) suelen contener variedad de

contaminantes, muchos en forma de iones catiónicos y aniónicos, aceites, grasas, y otros residuos orgánicos e inorgánicos, con efectos nocivos y venenosos para los ecosistemas.

La remoción de estos contaminantes requiere de

tecnologías efectivas, por lo que en las últimas décadas se han desarrollado técnicas de limpieza enfocadas a tratar de darle solución a esta problemática. Actualmente, se cree que la absorción es el mecanismo más simple y efectivo para el tratamiento de las aguas residuales, donde el éxito de éste depende del desarrollo de absorbentes eficientes.

En el presente estudio, se exploró el uso de dos tipos de materiales naturales y de bajo costo para la remoción y retención de metales pesados generados como residuos de procesos industriales presentes en aguas contaminadas. Específicamente se investigó sobre dos posibles materiales: uno de origen mineral y otro de origen vegetal.

En el caso del material de origen mineral, se profundizó acerca de las zeolitas y los mesoporosos, los cuales podrán ser sintetizados tras procesos de modificación y dopaje o extraídos de las minas de arcillas y minerales, es decir en su estado natural, forma en la que se consiguen en Colombia. En tanto, el material de origen vegetal investigado fueron macrófitas, especialmente el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*).

Con lo anterior se busca determinar si un sistema en el cual un agua residual con presencia de metales, al ser tratada con zeolitas y después con *Eichhornia crassipes*, puede ser implementado de forma exitosa y a bajo costo.

## II. DISEÑO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta que se trata de una propuesta, lo primero que se realizó fue la recolección y sistematización de información de diversas investigaciones realizadas por numerosos autores.

Luego, se procedió a analizar dicha información, para llevar a cabo el diseño de un sistema de tratamiento para aguas contaminadas con metales pesados que conste de dos fases: la primera consiste en un filtro de zeolitas combinado con *Eichhornia crassipes* molida, mientras que la segunda fase del tratamiento propuesto, se basa en colocar las aguas contaminadas en contacto con plantas de *E. crassipes* aún vivas, en un proceso discontinuo en el cual las aguas impactadas estarán en contacto por un tiempo (medido en días) con el sistema, en caudales (Litros/día) que pueden variar en el sistema dependiendo de las concentraciones de los contaminantes y de cantidades de las fases en el mismo.

De esta forma, el estudio descriptivo realizado a partir de la revisión bibliográfica plasmado en este manuscrito describe las bases teóricas que permitirán determinar los parámetros técnicos para la construcción del biofiltro tanto en su primera, como en su segunda fase como los son: el caudal, las fases y su disposición en el sistema y las características del diseño (altura, tiempo de retención, etc).

## III. RESULTADOS

### A. FILTRO BIOLÓGICO

De acuerdo a la empresa Condorchem (s.f),

Cuando se requiere tratar un importante caudal de aguas residuales (AR), la primera alternativa que generalmente conviene considerar es la utilización de un proceso biológico, puesto que es uno de los tratamientos completos más económicos y la cantidad de residuos que se generan es relativamente baja. No obstante, será decisivo conocer la naturaleza de la contaminación presente en el agua para evaluar la idoneidad de un tratamiento u otro, puesto que éstos son muy selectivos en cuanto al tipo de contaminación que eliminan (párrafo 1).

Por tanto, para desarrollar un diseño óptimo de un sistema de tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados, es importante mencionar que lo primero que se debe realizar es una caracterización de estas aguas para establecer los criterios ideales para el tratamiento.

La caracterización de un agua residual, permite obtener información respecto al tipo y la concentración de los contaminantes, así como de otros parámetros fisicoquímicos y biológicos de relevancia. Dentro de estos se deben tener en cuenta: pH, conductividad, contenido de materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo), sólidos en suspensión (SS), sólidos totales (ST), y aquellos relacionados con la toxicidad de las AR como cantidad y tipo de microorganismos, metales, tensoactivos, sulfatos, cianuros, entre otros (Condorchem, s.f.).

De acuerdo a los contaminantes que se quieren remediar, que en este caso son metales pesados, y al sistema que se espera implementar, las cantidades deben ser de menos de 100 Litros/día, valores que se han reportado como promedio de los que produce una curtiembre o una mina.

## B. FASE I. ESPECIFICACIONES DEL FILTRO Y DE SU FUNCIONAMIENTO.

La primera fase de este sistema de tratamiento se plantea como un filtro con zeolitas, carbón activado y *E. crassipes* molida.

En esta fase, un componente esencial para este sistema de tratamiento son las zeolitas, pues se reporta que han sido empleadas como material de soporte para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados. El uso de zeolitas naturales para aplicaciones medioambientales ha generado y genera un gran interés investigativo como consecuencia de sus excelentes propiedades y de su abundancia a nivel global, siendo unos de los ejemplos más recientes el accidente nuclear de Fukushima, caso para el cual, distintos estudios se han llevado a cabo en los que se incluye la utilización de estos minerales para la absorción y reducción de Cr(VI) en distintos ambientes (Covarrubias, García, Yanes, & Arriagada, 2008; Aswathy, Sukumaran, Devi, Rajasree, Singhania, & Pandey, 2010).

De igual forma, para el tratamiento de Cromo utilizado en las curtiembres, se han realizado estudios relacionados con las aplicaciones de materiales zeolíticos en la eliminación de estos iones. Covarrubias *et al.*, (2008) demostraron que al poner en contacto zeolitas de distinta estructura (4A, 13X y mordenita), con una solución preparada con sales de Cr(III) y Cr(VI), siempre había una absorción y retención preferencial del Cr(VI) respecto al Cr(III) en la estructura de la misma, además de evidenciar dicha capacidad de retención incrementó cuando las zeolitas eran modificadas con surfactantes.

Otros trabajos han reportado que estos minerales son materiales adecuados para el tratamiento de agua con metales pesados dada su gran capacidad de intercambio catiónico, así como su gran afinidad por este tipo de metales (Margita, Zabukovec & Siljeg, 2013; Katsou, Simos, Myrto, Haralambus & Loizidou 2011; Hui, Chao & Cot, 2005), dado que las zeolitas naturales son minerales de aluminosilicatos hidratados que dan lugar a una estructura porosa con propiedades fisicoquímicas valiosas además del intercambio de cationes, entre las que se destacan el cribado molecular, la catálisis y la absorción. De manera simple, se trata de una red tridimensional consistente en unidades tetrahedrales de sílice y alúmina unidas a un átomo de oxígeno compartido. El reemplazo isomorfo de  $\text{Si}^{4+}$  por  $\text{Al}^{3+}$  resulta en una carga negativa global que es compensada por diversos cationes otorgando a este material

propiedades adicionales a las estructurales (Slade, Pitcher & Ward, 2004).

Otro componente importante para este filtro en el tratamiento de las aguas contaminadas con metales pesados son las plantas, pues en diferentes investigaciones se ha encontrado que las plantas pueden ser agentes bioacumuladores de metales pesados, como en el caso de las hojas de café en el estudio de Higuera, Arroyabe & Flórez (2009), en el cual se diseñó un biofiltro que permitió reducir la contaminación por Cromo generada por industrias del curtido de cueros, estableciendo una metodología práctica a la hora de retener metales pesados presentes en las aguas, diseñando e implementando un filtro rápido de arena el cual se compone de una capa de grava y unas capas trituradas de hojas de café que se situaron en tres posiciones diferentes (inferior, media y superior), concluyendo que este sistema de tratamiento a escala piloto es eficiente removiendo el 90% de los metales pesados.

No obstante, de las plantas acuáticas encontradas en la literatura actual se debe hacer especial referencia a la *E. crassipes*, debido a su alta capacidad en la retención de metales pesados presentes en aguas y en la generación de energía. Esta planta es invasora de ecosistemas acuáticos encontrándose en grandes cantidades en humedales, lagunas, ríos, etc (Epstein, 2012; Atehortua & Gartner, 2003).

Dentro de los estudios más relevantes se presenta el de Atehortua & Gartner (2003), en el que se tamizó *E. crassipes* para construir un filtro biológico para el tratamiento de aguas industriales contaminadas con Cromo y Plomo. En este estudio, el tiempo de retención fue de seis horas, durante las cuales se logró la remoción hasta de un 60% de estos metales. No obstante, en estudios como los de Chisutia & Mmari, (2014) y Xiaosen, Songlin, Zhongyuan, Diannan & Zhen (2013), en los que tamizaron *E. crassipes* para tratar efluentes de industrias, se lograron obtener eficiencias por encima del 90%. Adicionalmente, se presentan estudios como el de Torres (2009), quien analizó la capacidad de absorción de *E. crassipes* seca por medio de ensayos de flujo, encontrado que dicha capacidad depende de variables como la velocidad de flujo, el pH de la solución y el tamaño de partículas.

Se cuenta con otro material adicional que permite la estabilidad y mejora el funcionamiento del sistema

de tratamiento, este es el carbón activado, el cual ha demostrado ser un adsorbente eficiente para la eliminación de una amplia variedad de contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en el medio ambiente acuático, debido a sus áreas superficiales porosas que van desde 500 hasta 1.500 m<sup>2</sup>/g, así como la presencia de un amplio espectro de superficie funcional que lo hacen accesible a diferentes reactivos (Karni, Kabbani, Holail & Olama, 2014).

Las composiciones en el diseño propuesto y presentado son las mostradas en el siguiente diagrama (ver figura 1), en que se muestra el sistema propuesto por los autores con las recomendaciones de cada uno de los referentes. De acuerdo a esto, la altura será de 1,2 m y servirá para el tratamiento de aguas contaminadas con metales pesados.

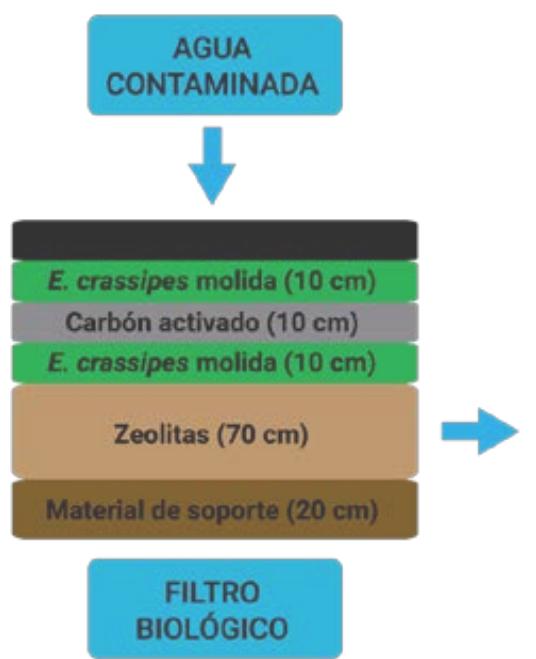


Figura 1. Sistema de tratamiento Filtro Biológico en la fase I

Este es el primer paso para la descontaminación de estas aguas, después pasaría a un sistema de tratamiento con la *E. crassipes*. El tiempo de retención sería de menos de 30 minutos y se cambiarían el material vegetal cada cinco tratamientos. Este tratamiento es muy económico comparándolo con los tradicionales.

### C. FASE II. TRATAMIENTO CON *EICHORNIA CRASSIPES* VIVA

Se propone una segunda fase para unas remociones altas de metales pesados, que consiste en dejar el agua contaminada en un tratamiento con la *Eichhornia crassipes* por más de 10 días. Siendo necesario cambiar por lo menos una vez las plantas para mejores eficiencias. En la figura 2 se muestra el esquema de este sistema de tratamiento.



Figura 2. Sistema de tratamiento de la fase II

Lo anterior, tiene soporte metodológico y experimental en trabajos como el de Husna & Latif (2010), quienes realizaron un estudio sobre la captación de metales pesados por la planta acuática *Eichhornia crassipes* y cuyo objetivo era determinar la cantidad de metales pesados que absorbe la planta, luego de un determinado tiempo de exposición, así como lograr determinar la parte del organismo que acumulaba la mayor concentración de los metales. Los resultados muestran que esta especie puede ser utilizada para remover exitosamente Zinc y Cadmio en bajas concentraciones y que la captación total depende de la concentración del metal y del tiempo de exposición. En este caso, al igual que en los estudios mencionados con anterioridad se demostró que las raíces de la planta acumulan concentraciones mayores de los metales en comparación con el resto del organismo.

De forma similar se han realizado investigaciones y se han diseñado y construido diferentes sistemas de tratamiento con *E. crassipes*, que consisten en colocar esta planta en aguas industriales contaminadas determinando sus remociones y estableciendo variables en el diseño como capacidad, pH, temperatura entre otros (Zimmels & Malkovs, 2006; Alvarado *et al.*, 2008; Saraswat, 2010; Carrion, Ponce, Silke, Irene, Hernández & Vanegas, 2012). Por solo resaltar algunos de ellos se tiene el caso del estudio realizado por Kasturiarachchi, Jayaweera, Wijeyekoon, Hirimburegama & Fernando (2003), en que se diseñó y construyó un sistema de tratamiento con *E. crassipes* como agente principal, empleando un tanque de fibra

de vidrio para el tratamiento de nutrientes, concluyendo que esta planta es vital para lograr una construcción exitosa de humedales artificiales.

Lenka, Kamal & Pranda-Brahma (1990), realizaron uno de los primeros estudios con *E. crassipes* donde evaluaron estas plantas con concentraciones de Mercurio acuático y después de determinado tiempo muestraron las raíces analizando la bioconcentración de Mercurio a través de espectrofotometría. Los resultados indicaron que la bioconcentración del metal en el tejido de la raíz dependía tanto del tiempo, como de la concentración inicial, proporcionando pruebas de que el buchón de agua es un buen absorbente de Mercurio acuático.

Un mecanismo biológico estudiado por Yubin, Qunjie & Yulin (2015), concluyó que cuando *E. crassipes* se encuentra reteniendo metales como el Urano, estas plantas activan enzimas antioxidantes que ayudan a la retención de este metal. En tanto, Martínez, Torres & García (2013) estudiaron la cinética de absorción de la *Eichhornia crassipes*, evaluando diferentes ecuaciones de primer y segundo orden, obteniendo resultados en los que se muestra que esta planta presenta absorciones superiores al 70%, para cualquiera de los casos.

Magabeira *et al.*, (2004), encontraron que los métodos multi-elementales permiten una investigación precisa de las concentraciones de Cr en los tejido de la *E. crassipes*, gracias a la alta sensibilidad de las técnicas analíticas empleadas lo que permitió la detección de Cr en un gran número de células radiculares, especialmente en las paredes celulares. Lo anterior permite afirmar que esta planta acuática es altamente eficiente a la hora de remover metales pesados.

Por su parte, Veranes-Deliz, Pellón-Arrechea, Espinosa-Llorens, Oña-Machín, & Pérez-Despaigne (2012), realizaron una simulación con el efluente de una curtiembre con presencia de  $K_2Cr_2O_7$  a concentraciones de 10, 25 y 50 ppm por un periodo de nueve semanas en un sistema hidropónico libre con la *E. crassipes*, obteniendo unas remociones por encima del 80%, lo que muestra que no sólo esta planta, sino como en el caso del estudio en análisis, las microalgas, también son capaces de proporcionar soluciones desde la biorremediación de aguas contaminadas con metales.

#### D. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE FILTRO BIOLÓGICO + SISTEMA DE TRATAMIENTO

De acuerdo a lo consultado en la literatura, se espera

que estas dos fases, que constan de un tratamiento completo, tengan unas remociones por encima del 90%, con costos de alrededor de los 700 dólares, lo que los hace ser muy económicos y eficientes a la hora de remover metales pesados de las aguas. En la figura 3, se muestra como sería el sistema de tratamiento ya completo.

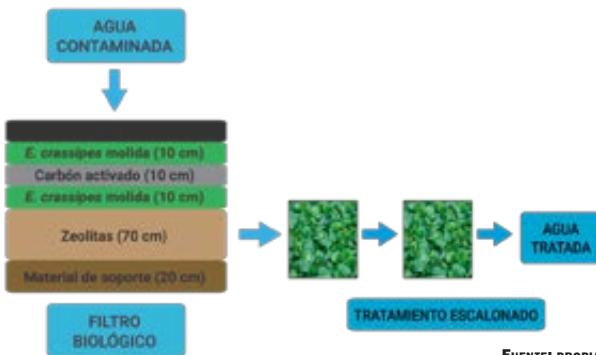


Figura 3. Sistema de tratamiento Filtro Biológico + Sistema de tratamiento

#### IV. CONCLUSIONES

Las zeolitas son materiales adecuados para el tratamiento de agua con metales pesados dada su gran capacidad de intercambio catiónico, así como su gran afinidad por este tipo de metales. Son económicos, fáciles de conseguir y se podrían adaptar a otros sistemas de tratamiento. Como la construcción de filtros de zeolitas y biológicos.

Debido a su alto crecimiento y abundancia del buchón del agua (*Eichhornia crassipes*) se propone una tecnología de fácil acceso y económica para tratar las aguas contaminadas con metales pesados, esta planta retiene en su organismo grandes contenidos de metales pesados, especialmente en sus raíces.

Diseñar tecnologías de tratamiento a través de zeolitas y plantas acuáticas se vuelve una opción ejecutable en las industrias que vierten a los cuerpos de aguas metales pesados causando graves daños al ecosistema. Un sistema de tratamiento con zeolitas y después con *Eichhornia crassipes* es económico y fácil de conseguir y se obtienen resultados eficientes. También se encontró que de esta planta se puede obtener la suficiente energía como el biogás e hidrógeno, siendo esta utilización viable para implementar, luego de su uso en el sistema de tratamiento como fuente de energía en diversas industrias.

## REFERENCIAS

- Alvarado, S., Guédez, M., Lué-Merú, M.P., Nelson, G., Alvaro, A., Jesús, A.C. & Gyula, Z. (2008). Arsenic removal from waters by bioremediation with the aquatic plants Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and Lesser Duckweed (*Lemna minor*). *Bioresource Technology*, 8436-8440.
- Aswathy, U.S., Sukumaran, R. K., Devi, G.L., Rajasree, K.P., Singhania, R.R. & Pandey, A. (2010). Bio-ethanol from water hyacinth biomass: An evaluation of enzymatic saccharification strategy. *Bioresource Technology*. 101(3), 925-930.
- Atehortua, E. & Gartner, C. (2003). Preliminary studies of *Eichhornia crassipes* dry biomass for lead and chromium removal from waters. *Colombiana de Materiales*. 4, 81-92.
- Carrión, C., Ponce, L., Silke, C., Irene, S., Hernández, M., & Vanegas, C. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. *Agrociencia*. 46 (6).
- Chisutia, W., & Mmari, O. (2014). Adsorption of Congo Red Dye from Aqueous Solutions Using Roots of *Eichhornia crassipes*: Kinetic and Equilibrium Studies. *Energy Procedia*. 50, 862-869.
- Condorchem, (s.f). *Caracterización del agua residual*. Recuperado de <https://blog.condorchem.com/caracterizacion-del-agua-residual/>
- Covarrubias, C., García, R., Yanes, J., & Arriagada, R. (2008). Preparation of CPB-modified FAU zeolite for the removal of tannery wastewater contaminants. *Journal of Porous Materials*. 15, 491-498.
- Epstein, P. (2012). Nairobi Weeds bring disease to the east African waterways. *Lancet*. 351(9102), 577
- Higuera, O., Arroyave, J., & Flórez, L. (2009). Diseño De Un Biofiltro Para Reducir El Índice De Contaminación Por Cromo Generado En Las Industrias Del Curtido De Cueros. *DYNA*, 76(160), 107-119.
- Hui, K., Chao, C. & Cot, S. (2005). Removal of mixed heavy metal ions in wastewater by zeolite 4A and residual products from recycled coal fly ash. *Journal of Hazardous Materials*, 127(1-3), 89 -101
- Husna, H., & Latif, P. (2010). Uptake of Cadmium and Zinc from Synthetic Effluent by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Environment Asia*, 3, 34-41.
- Karni, B., Kabbani, A., Holail, H., & Olama, Z. (2014). Heavy Metals Removal Using Activated Carbon, Silica and Silica Activated Carbon Composite, *Energy Procedia*, 50, 115-120.
- Kasturiarachchi, J.C., Jayaweera, M.W., Wijeyekoon, S.L.T., Hirimburegama, K. & Fernando, P.U.D. (2003). Removal of nutrients (N and P) and heavy metals (Fe, Al, Mn and Ni) from industrial wastewaters by phytoremediation using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) under different nutritional conditions. (*Thesis Civil Engineering*). University of Moratuwa, Sri Lanka.
- Katsou, E., Simos, M., Myrto, T., Haralambous, K. J. & Loizidou, M. (2011). Tratamiento de aguas residuales contaminadas con Zinc y Plomo a través de zeolitas. *J. Hazard. Mater.*, 252-253, 428-461.
- Lenka, M., Kamal, K., Pandra-Brahma, B. (1990). Studies in the ability of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) to bioconcentrate and biomonitor aquatic mercury. *Environmental pollution*. 66(1), 89-99.
- Mangabeira, P.A.O. et al., (2004). Accumulation of chromium in root tissues of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. in Cachoeira river—Brazil. *Applied Surface Science*. 231-232, 497-501.
- Margeta, K., Zabukovec, N., & Silje, M.F. (2013). Natural Zeolites in Water Treatment – How Effective is Their Use (*In Water Treat*). Recuperado de <http://www.intechopen.com/books/water-treatment/natural-zeolites-in-water-treatment-how-effective-is-their-use>.
- Martínez, C., Torres, M., & García, C. (2013). Evaluación de la cinética de adsorción de  $Zn^{2+}$  y  $Cd^{2+}$  a partir de soluciones unitarias y binarias por raíces de *Eichhornia crassipes* y *Typha latifolia*. *Av. cien. ing.* 4(2), 1-14.
- Saraswat, J. (2010). Heavy metal adsorption from aqueous solution using *Eichhornia crassipes* dead biomass. *International Journal of Mineral Processing*, 94, 203-206.
- Slade, R.Y., Pitcher, S. & Ward, N.I. (2004). Heavy metal removal from motorway stormwater using zeolites. *Sci. Total Environ.* 334-335, 161-166
- Torres, Abad, S.M. (2009). Estudio de aprovechamiento del lechuguín *Eichornia crassipes*, del embalse de la represa Daniel Palacios como biosorbente de metales pesados en el tratamiento de aguas residuales (*Tesis de grado*), Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Facultad de Ciencias Ambientales y Agropecuarias, Ecuador.

- Veranes-Deliz, O., Pellón-Arrechea, A., Espinosa-Llorens, M.C., Oña-Machín, A. & Pérez-Despaigne, E. (2012). Estudio del comportamiento de la microalga *Scenedesmus obliquus* para la precipitación de cromo en albañil sintético. cubana de Química. XXIV(1). 48-56
- Xiaosen, L., Songlin, L., Zhongyuan, N., Diannan, L., & Zheng, L. (2013). Adsorption, concentration, and recovery of aqueous heavy metal ions with the root powder of *Eichhornia crassipes*. *Ecological Engineering*. 60, 160-166.
- Yubin, T., Qunjie, X., & Yulin, M. (2015). Study of Uranium Accumulation Mechanism and Physiological Responses of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes*. *Advanced Materials Research*, 1073-1076, 142-146.
- Zimmels, F. & Malkovs, K. (2006). Application of *Eichhornia crassipes* and *Pistia stratiotes* for treatment of urban sewage in Israel. *Journal of Environmental Management*. 81(4), 420-428.

## AUTORES

**Adolfo León Agatón.** Ingeniero industrial de la Universidad autónoma de Colombia, magíster en ingeniería industrial de la Universidad Católica de Colombia. Actuamente se desempeña como docente investigador de la Fundación Universitaria los Libertadores en la facultad de ingeniería, en la que se encuentra adscrito al programa de ingeniería industrial.  
(*e-mail: aleona@libertadores.edu.co*)

**Uriel Fernando Carreño Sayago.** Ingeniero de Producción Biotecnológico de la Universidad Francisco de Paula Santander, magíster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Universidad de Manizales. Actualmente se desempeña como docente en Ingeniería Industrial desempeñando labores de investigación en tesis, proyectos de institucionales entre otros, enfocados a la producción industrial.  
(*e-mail: ucarrenos@libertadores.edu.co*)

Recibido el 23 de abril de 2017.

Aceptado el 24 de Noviembre de 2017.

Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

### Citar este artículo como

León Agatón, A. & Carreño Sayago, U.F. Diseño de un sistema de tratamiento a través de un filtro biológico y un sistema de biorremediación para las aguas contaminadas con metales pesados, *Revista TECKNE*, 15(2), 43-49



TECNOLOGÍA  
Y SALUD

# ALGORITMO DE ALINEACIÓN DE SECUENCIAS PARA ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

## ALGORITHM FOR ALIGNMENT OF SEQUENCES FOR DISEASES OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM

---

G.A. Higuera-Castro<sup>1</sup>, L.Y. López Osorio<sup>1</sup>, A.Y. Yara Rodríguez<sup>1</sup> y L.A. Tapias<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

### RESUMEN

Este artículo busca mostrar el desarrollo de un algoritmo que permite la comparación de secuencias de ADN relacionadas con enfermedades del sistema nervioso central, a partir de tres métodos conocidos como: alineamiento global, alineamiento local y por tripletes con la ayuda de una base de datos conformada por información necesaria acerca de las enfermedades consultadas, incluyendo 5 secuencias diferentes por cada una. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un algoritmo que utiliza técnicas sencillas para aquellos que se encuentren iniciando estudios sobre alineamiento de secuencias genéticas; por tanto, brinda información sobre las principales enfermedades del sistema nervioso central, haciendo énfasis en la importancia de la bioinformática para su estudio y comprensión. Así mismo, se presenta el desarrollo de un algoritmo de alineamiento de secuencias genéticas más específico y sencillo, por medio de los métodos mencionados, obteniendo como resultado una base de datos puntual sobre las enfermedades más comunes en el sistema nervioso en el que se centran resultados sobre las coincidencias encontradas en las secuencias genéticas.

**PALABRAS CLAVE:** Algoritmo, Alineamiento, Bioinformática, Secuencia, Sistema, Enfermedad.

### ABSTRACT

This article seeks to show the development of an algorithm that allows the comparison of DNA sequences related to the central nervous system's diseases, from three methods known as: global alignment, local alignment and triplets with the help of a database with the information necessary about the diseases consulted, including 5 different sequences for each one. The objective of this research was to develop an algorithm that uses simple techniques for those who are starting studies on alignment of genetic sequences. The present investigation provides information on the main diseases of the central nervous system, emphasizing the importance of bioinformatics for their study and understanding. Likewise, the development of a more specific and simple genetic sequence alignment algorithm is presented, by means of the aforementioned methods, obtaining as a result a point database about the most common diseases of the nervous system in which results are centered about the coincidences found in the genetic sequences.

**KEYWORDS:** Algorithm, Alignment, Bioinformatics, Sequence, System, Disease.

---

### I. INTRODUCCIÓN

---

Desde hace varios años se han desarrollado estudios basados en analizar el genoma de varias especies, lo que conlleva a la obtención de una gran cantidad de información, la cual es almacenada en bases de datos de secuencias tales como Genbank, EMBL, CCBJ (Bioinformatics at COMAV, s.f.). Para el trabajo con dichas bases de datos y el análisis de los resultados obtenidos, ciencias como la bioinformática cumplen un papel importante en la aplicación de algoritmos y técnicas matemáticas para el tratamiento de información

biológica. Un claro ejemplo de esto es el alineamiento de secuencias de ADN (Bioinformatics at COMAV, s.f.), para procesos como búsqueda de genes, o la predicción de enfermedades en miras de realizar diagnósticos adecuados, conocer más sobre ellas, y poder encontrar un tratamiento o cura adecuado.

En el presente trabajo se investigan las patologías que afectan el sistema nervioso central (SNC) (Organización Mundial de la Salud, 2016). Este sistema se encuentra

conformado por la medula espinal y el encéfalo (profesor en línea, s.f.), cumpliendo funciones vitales, como la de recibir y enviar información a diferentes partes del cuerpo.

Existen diversas patologías que afectan al sistema nervioso central, como lo son: esclerosis múltiple, epilepsia, Parkinson, meningitis, trombosis, neuritis, narcolepsia, poliomielitis, demencia, tumores, y migraña, aunque existan muchas otras (Universidad de Yacumbú, 2014), por esto fue necesario delimitar la investigación a 10 de ellas, consideradas como las enfermedades más comunes y peligrosas. Para fines del estudio realizado, fue clave conocer en qué consistía cada patología, los síntomas, causas y sus efectos, así como consultar en las bases de datos mencionadas anteriormente su secuencia genética.

Se buscó estudiar las enfermedades genéticas que afectan el sistema nervioso central, para construir una base de datos que contuviera la información más relevante acerca de estas, además de tener claro el panorama de cómo se originan estas patologías y de qué manera puede intervenir el alineamiento de secuencias para la detección de enfermedades o su posible tratamiento.

El proyecto planteó el diseño y desarrollo de un algoritmo que permite el alineamiento de secuencias asociadas a los organismos con enfermedades del sistema nervioso central, buscando comparar secuencias obtenidas en la investigación, y mediante las similitudes obtenidas, poder realizar un diagnóstico sobre las enfermedades que pueden estar asociadas con la secuencia de estudio, lo anterior se considera de gran utilidad para los profesionales de la salud en el diagnóstico y estudio de las enfermedades tratadas.

Este artículo se divide en tres partes, en una primera se da un marco de referencia respecto a las enfermedades del sistema nervioso central que se trabajaron para la construcción con la base de datos desarrollada, y se especifica la utilidad de la bioinformática y el alineamiento de secuencias genéticas para la detección de enfermedades. En la segunda parte se presenta la metodología empleada para el diseño de la base de datos, el algoritmo de estudio y el aplicativo desarrollado en JAVA que permite el alineamiento de secuencias genéticas del sistema nervioso central. Finalmente se presenta un análisis de resultados y las respectivas conclusiones.

---

## II. MARCO DE REFERENCIA

---

### A. ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y LA IMPORTANCIA DE LA BIOINFORMÁTICA.

El sistema nervioso cumple las funciones de organizar, coordinar y controlar las diferentes actividades corporales, convirtiéndose en una especie de red cableada encargada de comunicar cada parte de la anatomía del cuerpo humano. Se divide en el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. Como ya se ha dicho, para fines del artículo, se tendrá en cuenta el sistema nervioso central, el cual está compuesto por el encéfalo y la medula espinal, y sus enfermedades (Robiger, 2004).

Al ser un sistema imprescindible y que cumple tantas funciones, es muy importante conocer que enfermedades pueden afectar su correcto funcionamiento, así como poder descifrar cuáles de estas afectan a otros sistemas del cuerpo humano y que pueden estar asociadas. Además, gracias a los avances científicos se ha entendido que la medicina no puede limitarse al diagnóstico de enfermedades, sino que ésta debe ser capaz de proveer conocimiento y entendimiento profundo de bases genéticas, funcionamiento y patologías del sistema nervioso, permitiendo que se aumente la expectativa de vida del ser humano y que disminuyan las personas con enfermedades neurológicas incapacitantes (Rolak, 2011).

Las enfermedades que afectan a los componentes del sistema nervioso central se definen como mielopatía (afección a la medula espinal) o encefalopatía (desorden o enfermedad del encéfalo) (MedLinePlus, 2017), de acuerdo al lugar del SNC, que impactan. A continuación (tabla 1) se presentan algunas de las enfermedades consultadas y almacenadas en la base de datos que se encuentra descrita más adelante, teniendo en cuenta su incidencia y gravedad.

En la tabla 1 se da un ejemplo de la información consultada para ser almacenada en la base de datos, con atributos como: nombre de la enfermedad, breve descripción de la misma y posibles causales y efectos de cada enfermedad. En la base de datos construida se tiene un total de 10 enfermedades con los ítems nombrados anteriormente.

**TABLA 1.**  
ENFERMEDADES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL  
INCLUIDAS EN LA BASE DE DATOS DESARROLLADA

Nombre Enfermedad	Descripción	Causa	Efecto
Epilepsia	Enfermedad del sistema nervioso, debida a la aparición de actividad eléctrica anormal en la corteza cerebral, que provoca ataques repentinos caracterizados por convulsiones violentas y pérdida del conocimiento.	Herencia, Errores congénitos de desarrollo, Anorexia cerebral, Traumatismo craneo, Tumores cerebrales	Los síntomas que experimenta una persona durante una crisis epiléptica dependen del lugar en el cerebro en el cual ocurre la alteración de la actividad eléctrica. Por lo tanto, el cuadro clínico varía dependiendo del tipo de síndrome epiléptico causante de las crisis.
Meningitis	Es una infección de las membranas que cubren el cerebro y la médula espinal. La cubierta se llama meningitis.	Irritación química, Alergias a medicamentos, Hongos, Parásitos, Tumores	Fiebre y escalofríos, especialmente en recién nacidos y niños, Cambios en el estado mental, Náuseas y vómitos, Sensibilidad a la luz (fotofobia), Dolor de cabeza intenso, Cuello rígido (meningismo)
Trombosis	Es la forma más frecuente de ataque cerebral y se produce cuando se forma un coágulo (trombo) y obstruye el flujo de sangre en una arteria que riega parte del encéfalo.	Edad avanzada, herencia, contador de glóbulos rojos alto, consumo de drogas.	Parálisis del lado derecho del cuerpo, problemas de habla, pérdida de memoria.
Parkinson	Desorden crónico y degenerativo de una de las partes del cerebro que controla el sistema motor y se manifiesta con una pérdida progresiva de la capacidad de coordinar los movimientos.	De momento se desconoce el origen de la enfermedad, exceptuando los casos inducidos por traumatismos, drogodependencias y medicamentos, y algunas formas hereditarias en ciertos grupos familiares.	Tremor, Rrigidez, Inestabilidad, Depresión, Trastornos del sueño, Hiposmia.
SINDROME DE TOURETTE	Trastorno del sistema nervioso. Suele ocurrir con otros problemas, como:	Se desconoce la causa del síndrome de Tourette. Es más común entre los niños que entre las niñas. Los tics suelen comenzar en la infancia y pueden empeorar al inicio de la adolescencia.	Trastorno de atención con hiperactividad (TDAH), Trastorno obsesivo-compulsivo (TOC), Ansiedad, Depresión

FUENTE: ADAPTADO DE NUNEZ (2014); MEDLINEPLUS (2017), ECURED (s.f.); CUIDATEPLUS (2017)

Teniendo en cuenta lo anterior y debido a que se ha aumentado el volumen de datos biológicos que es necesario analizar, con el objetivo de entender la constitución del ser humano (Velázquez, Sagols, Lois, Tusie & Domínguez, 2004), pero además avanzar en el conocimiento de enfermedades que lo atacan para su posible prevención, se hace necesario la utilización de ordenadores y máquinas que permitan almacenar estos datos de manera ágil.

Es así como la Bioinformática puede considerarse como la tecnología de la información aplicada a la gestión y análisis de datos biológicos (Roldán, 2015), lo que genera implicaciones en distintas áreas como la inteligencia artificial y la robótica al análisis de genomas (Griffiths, Miller, Suzuki, Lewontin & Gelbart, 1992),

permitiendo que en esta investigación se puedan seguir los lineamientos propuestos por los objetivos de la bioinformática y así organizar información acerca de las enfermedades que se encuentran relacionadas con el sistema nervioso central, mediante el desarrollo de un aplicativo que permita el acceso a usuarios que deseen realizar consultas, con el fin de analizar datos biológicos (Attwood & Parry-Smith, 2002).

De acuerdo a lo que afirma la Universidad Complutense de Madrid (s.f.)

Un alineamiento de secuencias en bioinformática es una forma de representar y comparar dos o más secuencias o cadenas de ADN, ARN, o estructuras primarias proteicas. De este modo, al compararlas, se resaltan sus zonas de similitud, las cuales podrían indicar relaciones funcionales o evolutivas entre los genes o proteínas consultados. Las secuencias alineadas se escriben con letras, que representan aminoácidos o nucleótidos, en filas de una matriz en las que, si es necesario, se insertan espacios para que las zonas con idéntica o similar estructura se alineen de forma paralela en la misma posición (Párrafo, 3).

### III. DISEÑO METODOLÓGICO

#### A. BASE DE DATOS

Para el desarrollo del algoritmo, fue necesario realizar un proceso de recolección de información que permitiera, obtener una base de datos genómica la cual es un archivador de información compuesta por los datos de una secuencia de ADN (Universidad de la Habana, 2017). En estas bases de datos se puede encontrar información adicional que describe características de las secuencias (Roldán, 2015).

Para fines del desarrollo del algoritmo en la figura 1, se presenta el modelo entidad – relación de la base de datos propuesta, a partir de dos tablas que contienen los datos más importantes y relevantes para realizar el alineamiento. La relación entre estas dos tablas se realiza a través del *id* o identificación de la tabla enfermedad, que además contiene los atributos sobre las enfermedades, como: nombre, descripción, causas y efectos de la enfermedad. Cabe resaltar que cada enfermedad contiene varias secuencias, por lo que en este caso se insertaron en la base de datos, cinco secuencias por cada una de las enfermedades con el fin de acotar la información que se puede obtener solamente al sistema nervioso central.

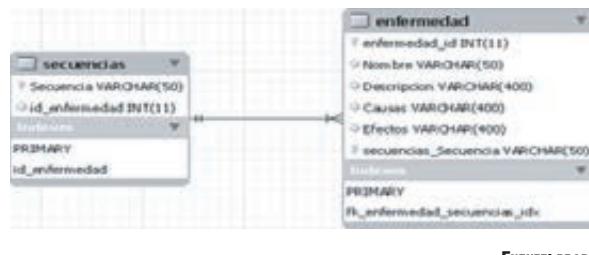


Figura 1. Modelo entidad – relación.

La implementación de dicha base de datos, se realiza en el motor de base de datos MySQL (MySQL, 2017).

Las enfermedades que hacen parte de la información que contiene la base de datos son aquellas que son más comunes y de gran relevancia para el estudio científico.

## **B. REALIZACIÓN DEL ALGORITMO DE ALINEAMIENTO DE SECUENCIAS**

Teniendo en cuenta que ya existe una base de información descrita anteriormente, se procede con el alineamiento de secuencia. Dentro del algoritmo se hace una recolección adicional de información (López, Jeder, & Vega, 2009), que tiene que ver con una secuencia que ingresa un usuario a través de la interfaz gráfica, dicha secuencia no necesariamente debe tener relación con las enfermedades que se encuentran descritas en la base de datos, debido a que lo que se busca, es saber si la secuencia ingresada por el usuario tiene concordancia con las enfermedades de las cuales ya se tiene una base de conocimiento.

Como ejemplo del alineamiento se toma la secuencia de una enfermedad conocida como Neumonía (figura 2), de la base de datos de la página de la NCBI (Yang, Tang, Wang, Zhang & Yue, 2011) que se presenta a continuación:

**FUENTE: YANG**

Dicha secuencia es ingresada al sistema, a través de la siguiente interfaz (figura 3) que va a permitir hacer el alineamiento local, global o por tripletes.

En esta interfaz se ingresa un archivo plano, que contendrá la secuencia a analizar, además presenta una serie de opciones para el usuario, las cuales serán condiciones dentro del algoritmo propuesto.

Dichas opciones son: Algoritmo global, algoritmo local, y finalmente alineamiento por tripletes.



Figura 3. Interfaz principal

• AL INFAMIENTO GLOBAL

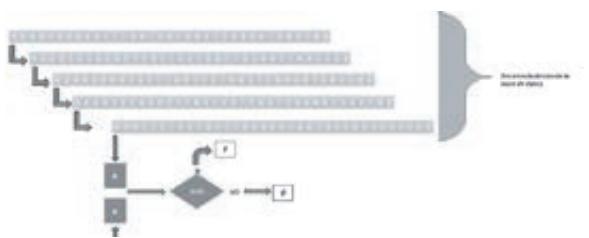
Para el alineamiento global, al ser ingresada la secuencia, esta es leída como una cadena de texto, que al ser procesada es dividida carácter por carácter, a través de un signo divisor que en este caso es una coma (,), cada uno de estos es ingresado dentro de las posiciones de un vector, que más adelante permitirá, llevar a cabo el alineamiento de una manera más fácil, tomando solo una parte de la secuencia anterior, de una manera más gráfica, la secuencia tomaría la siguiente forma (figura 4):

**FUENTE:** PROPIA

En esta figura se presenta la secuencia que se va a comparar con las que se encuentran almacenadas en la base de datos, con el fin de averiguar cuál de ellas tiene mayor similitud con la ingresada por el usuario.

Ya que una enfermedad se compone de 5 secuencias en la base de datos, al realizar el respectivo llamado

se debe definir cuál es el inicio y donde termina cada una de las secuencias, ya que para que sea un proceso más efectivo en tiempos, se realiza el llamado de las 5 secuencias al mismo tiempo. Para diferenciarlas se marca de igual manera con un carácter divisor una coma (,) el final de cada secuencia y se realiza un proceso de encolamiento en el momento de comparar. La siguiente imagen (figura 5) muestra el proceso de comparación con la secuencia que ingresa el usuario.

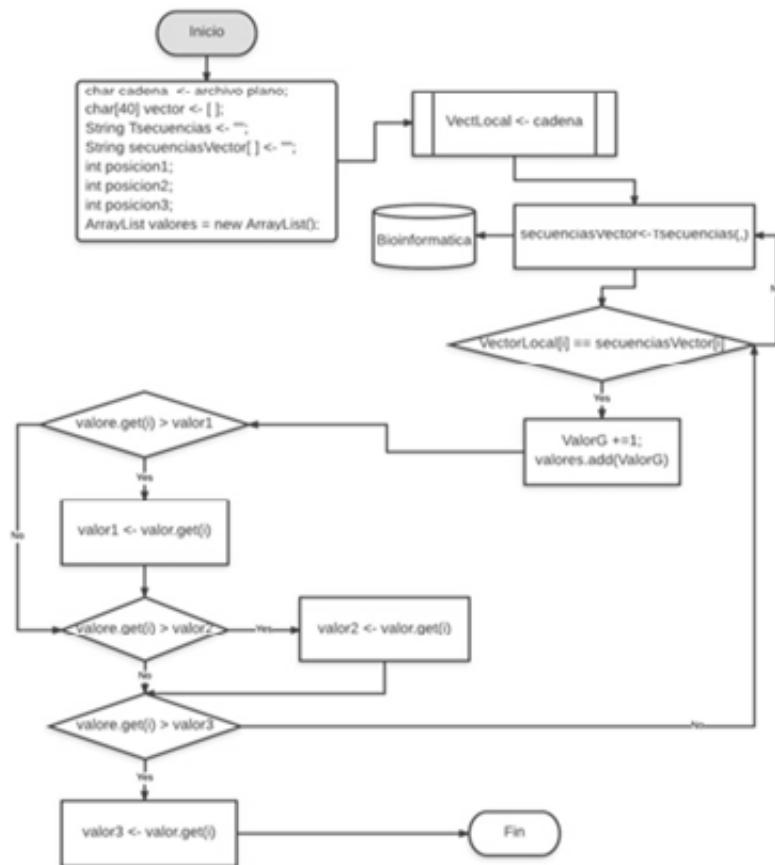


FUENTE: PROPIA

Figura 5. Alineamiento de secuencias uno a uno.

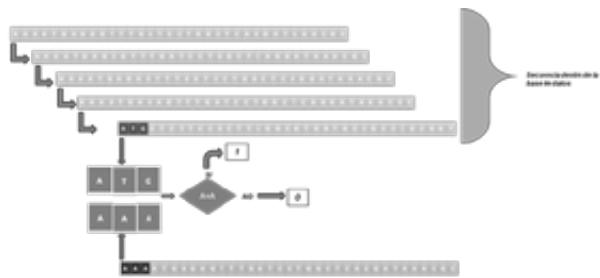
De esta forma se presenta el alineamiento para las 5 secuencias de cada enfermedad, sin embargo, cabe aclarar que este proceso es realizado con todas las secuencias de las enfermedades ingresadas en la base de datos, porque se hace la comparación con cada una de ellas para poder encontrar con cual enfermedad la secuencia tiene más similitud.

Al final de la comparación de cada una de las secuencias se suman los puntajes obtenidos, y se seleccionan los tres que tiene el mayor puntaje para encontrar el grado de similitud entre ellas. El algoritmo de alineamiento global se representa en la figura 6.

FUENTE: PROPIA  
Figura 6. Diagrama de flujo alineamiento global.

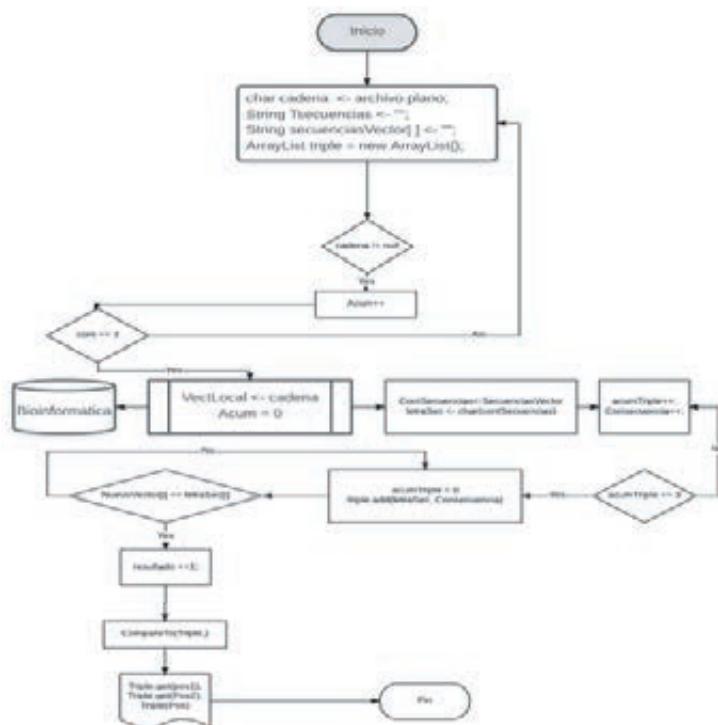
### • ALINEAMIENTO POR TRIPLETES

El alineamiento por tripletes busca comparar la misma secuencia presentada en la figura 4, pero en este caso la secuencia se divide en conjuntos de tres caracteres, a través de un carácter divisor, una coma (,). De igual forma se realiza el llamado de todas las secuencias de la base de datos que se dividen con una coma al final de cada secuencia, y cada una de las secuencias es dividida a su vez en grupos de tres caracteres, con el fin de que la comparación sea más específica en este grupo. La imagen que representa el proceso se muestra en la figura 7.



FUENTE: PROPIA

El proceso que realiza el algoritmo de agrupamiento por tripletes se presenta en la figura 8.



FUENTE: PROPIA

Figura 8. Diagrama de flujo alineamiento por tripletes.

### • ALINEAMIENTO LOCAL

A diferencia de los alineamientos globales, en los que se intenta alinear cada residuo de cada secuencia y que resultan ser más útiles cuando las secuencias problema son similares y aproximadamente del mismo tamaño, los alineamientos locales son más útiles para secuencias diferenciadas en las que se sospecha que existen regiones muy similares o motivos de secuencias similares dentro de un contexto mayor (Brudno, Malde,

Poliakov, Do, Couronne, Dubchak & Batzoglou, 2003; Brudno, Poliakov, Salamov, Cooper, Sidow, Rubin, Solovyev, Batzoglou & Dubchak, 2004). Por tanto, para este tipo de alineamiento, nuevamente se busca comparar la misma secuencia presentada en la figura 4, pero en este caso la secuencia sólo se sobrelapará en las coincidencias.

## IV. RESULTADOS

Después de llevar a cabo el alineamiento según las opciones dadas por el usuario, lo obtenido se muestra a éste a través de la interfaz de resultados, permitiendo saber la enfermedad con mayor grado de similitud, sus características y el puntaje obtenido en el alineamiento, como se evidencia en la figura 9.

Como resultado del ejemplo práctico se demuestra que la secuencia con mayor similitud tiene un puntaje de 17, asignando a cada una de las comparaciones una unidad cuando se presentaban similitudes y cero unidades cuando no se presentaron coincidencias. Para el caso de alineamiento global se presenta una secuencia de 40 caracteres ya que, debido a que es un alineamiento total, para este caso se limita el número de caracteres a 40, para el caso del alineamiento local, se limita la secuencia a un tamaño de 20 caracteres.

En el caso del alineamiento por tripletes el resultado que se muestra es bastante diferente, el mayor puntaje de

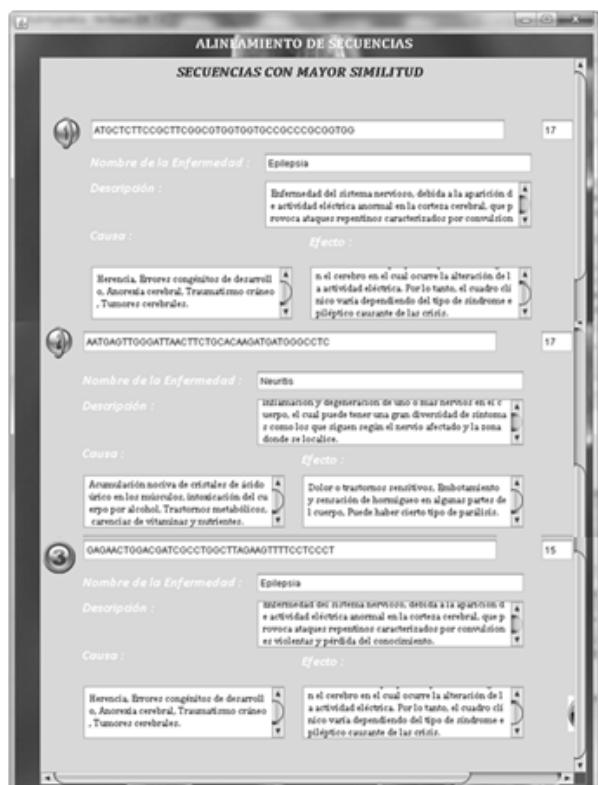
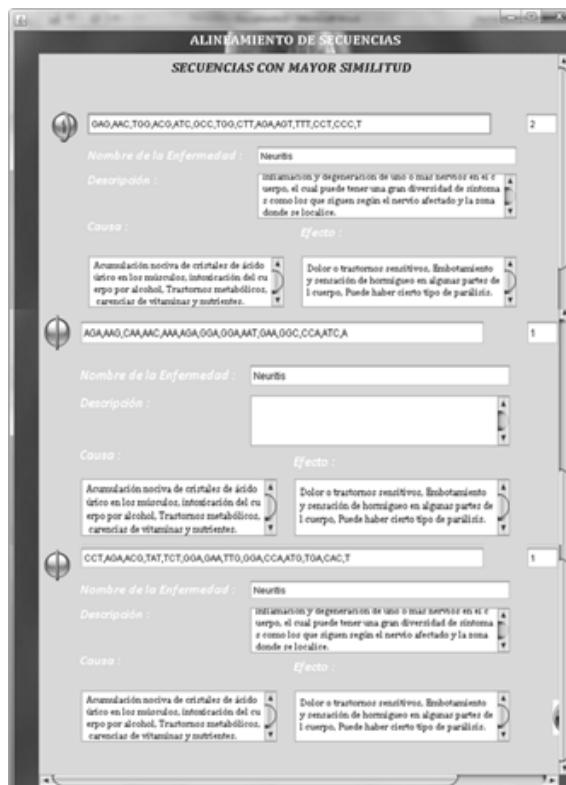


Figura 9. Presentación de resultados alineamiento global.

similitud es de dos, ya que se han manejado grupos de caracteres y se especifica mucho más la comparación. El resultado se muestra en figura 10.



FUENTE: PROPIA

Figura 10. Presentación de resultados alineamiento por tripletes.

Al realizar un análisis de los dos resultados presentados en este caso se denota que la muestra de la secuencia de la enfermedad Neumonía tiene un parecido más cercano en los dos casos con la enfermedad de la Neuritis, en donde en los dos alineamientos aparecen secuencias asociadas a esta enfermedad y un poco menos con la enfermedad de la epilepsia, que aparece en un segundo lugar en el primer proceso de comparación a través del algoritmo de alineamiento global.

Por tanto, lo anterior, a pesar de ser sólo un ejemplo, da cuenta de la similitud y la relación entre una enfermedad, que en inicio pareciera no estar vinculada con el sistema nervioso central, con aquellas que lo están directamente, mostrando que puede existir dicha relación a diferentes niveles. Esto se soporta en el hecho de que “en bioquímica, genética y biología molecular la homología de secuencias se refiere al hecho en el que las secuencias de dos o más proteínas

o ácidos nucleicos guardan gran similitud debido a que presentan un mismo origen evolutivo” (Universidad Complutense de Madrid, s.f., párrafo 1) y de esta forma es posible que gracias al alto desarrollo de aplicaciones bioinformáticas se puedan encontrar de forma veloz y eficiente las identidades o discrepancias entre distintas secuencias.

## V. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos en esta investigación se logró construir una base de datos puntual sobre las enfermedades más comunes en el sistema nervioso central, permitiendo que el algoritmo de alineamiento de secuencias genéticas propuesto sea más específico en las comparaciones realizadas, hipótesis que se demuestra a través de los resultados obtenidos comparando una secuencia en formato FASTA de una enfermedad como la Neumonía.

Existen diferentes tipos de algoritmos de alineamiento de secuencias genéticas en donde se utilizan matrices y técnicas más avanzadas (Pinzón, s.f.), no obstante, es posible afirmar que el algoritmo propuesto es sencillo y brinda ayuda para aquellos que están iniciando en el estudio de alineamiento de secuencias, permitiendo que mediante una comparación entre vectores se pueda lograr un análisis de datos genéticos, con enfermedades específicas, en este caso del SNC.

Con la investigación realizada se buscó dar un aporte a la bioinformática proponiendo un algoritmo y una base de datos que se centraran en las enfermedades que se presentan en el sistema nervioso central, proporcionando un método que permite enseñar a principiantes en el tema, además de brindar una opción para realizar análisis partiendo de técnicas sencillas y enfocadas en un solo sistema del cuerpo humano.

## REFERENCIAS

- Attwood, T. & Parry-Smith, D. (2002). *Introducción a la bioinformática*. Pearson educación S.A: Madrid.
- Bioinformatics at COMAV (s.f.). *Bases de datos biológicas*. Recuperado de [https://bioinf.comav.upv.es/courses/intro\\_bioinf/bases\\_datos.html](https://bioinf.comav.upv.es/courses/intro_bioinf/bases_datos.html).
- Bioinformatics at COMAV (s.f.). *Alineamiento de secuencias*. Recuperado de [https://bioinf.comav.upv.es/courses/intro\\_bioinf/alineamientos.html](https://bioinf.comav.upv.es/courses/intro_bioinf/alineamientos.html)
- Brudno, M., Malde, S., Poliakov, A., Do, C.B., Couronne, O., Dubchak, I. & Batzoglou, S. (2003). Glocal alignment: finding rearrangements during alignment. *Bioinformatics*. 19 (Suppl 1), i54-62.
- Brudno, M., Poliakov, A., Salamov, A., Cooper, G.M., Sidow, A., Rubin, E.M., Solovyev, V., Batzoglou, S. & Dubchak, I. (2004). Automate whole-genome multiple alignment of rat, mouse, and human. *Genome Research* 14, 685-692.
- CuidatePlus. (2017). *Parkinson*. Unidad Editorial Revistas, S.L.U: Santiago. Recuperado de <http://www.cuidateplus.com/enfermedades/neurologicas/parkinson.html>.
- EcuRed (s.f.). *Trombosis cerebral*. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Trombosis\\_cerebral](https://www.ecured.cu/Trombosis_cerebral)
- Griffiths, A., Miller, J., Suzuki, D., Lewontin, R. & Gelbart, W. (1992). *Introducción al análisis genético*. McGraw Hill Interamericana: Madrid.
- López, G. Jeder, I. & Vega, A. (2009). Análisis y diseño de ALGORITMOS. Alfaomega: Buenos Aires.
- MedLinePlus. (2017). *Enfermedades de la médula espinal*. U.S. National Library of Medicine: Rockville Pike, EE:UU. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/spinalcorddiseases.html>
- MedLinePlus. (2017). *Meningitis*. U.S. National Library of Medicine: Rockville Pike, EE:UU. Recuperado de <https://medlineplus.gov/spanish/spinalcorddiseases.html>
- MySQL (2017). *MySQL ¿Por qué?*. Recuperado de <https://www.mysql.com/why-mysql/>
- Núñez, P. (2014). *¿Qué es la epilepsia?*. Recuperado de <https://prezi.com/qiou9hwenyj/que-es-la-epilepsia/>
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *¿Qué son los trastornos neurológicos?*. Recuperado de <http://www.who.int/features/qa/55/es/>
- Pinzón, A.M. (s.f.). *Alineamiento: Análisis computacional de secuencias*. Centro de Bioinformática, Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://bioinf.ib.ununal.edu.co/cbib/estudiantes/1-07/alineamiento.pdf>
- Profesor en línea (s.f.). *Sistema nervioso central (SNC)*. Recuperado de [http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Sistema\\_nervioso/Sistema\\_nervioso\\_central.html](http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Sistema_nervioso/Sistema_nervioso_central.html)
- Robiger, M. (2004). *El Cerebro, cómo y por qué*. México D.F.
- Rolak, L.A. (2011). *Secretos de la Neurología*. Madrid: Elsevier.
- Roldán, D. (2015). *Bioinformática el ADN a un sólo click*. Ediciones de la U: Bogotá
- Universidad Complutense de Madrid. (s.f.). *Homología*.

- Recuperado de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/biomol2/bioquimicaI/WTA/Homologia.html>.
- Universidad de la Habana. (2017). *Explosión de la bioinformática biológica*. Facultad de Biología Universidad de la Habana. Recuperado de <http://fbio.uh.cu/sites/bioinfo/index.html>
- Universidad de Yacumbo. (2014). *Las patologías del sistema nervioso central, autónomo y periférico*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/marinarelaA/las-patologias-del-sistema-nervioso-central-autonomico-y-periferico-37896023>
- Velázquez Arellano, A., Sagols Sales, L., Lois, L.A., Tusie Luna, M.T. & Domínguez López, A. (2004). *Lo que somos y el genoma humano: desvelando nuestra identidad*. Ediciones Científicas Universitarias, Universidad Autónoma de México: México D.F.
- Yang, F., Tang, C., Wang, Y., Zhang, H. & Yue, H (2011). Genome Sequence of *Mycoplasma ovipneumoniae* Strain SC01. *Journal of bacteriology*. 193(18), 518. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3165710/2005>.

Recibido el 17 de Mayo de 2017.  
Aceptado el 24 de Agosto de 2017.  
Publicado el 22 de Diciembre de 2017.

**Citar este artículo como**

Higuera-Castro, G.A., López Osorio, L.Y., Yara Rodríguez, A.Y., Arévalo Tapias, L. (2017). Algoritmo de alineación de secuencias para enfermedades del sistema nervioso central. *Revista TECKNE*, 15(2), 51-59

## AUTORES

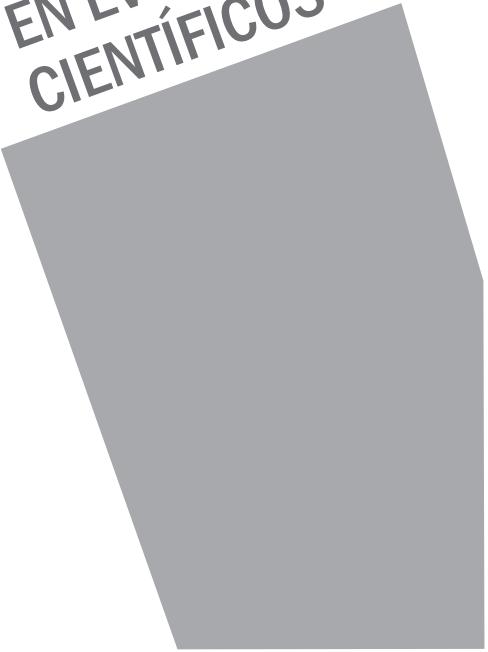
**Gustavo Adolfo Higuera Castro.** Tecnólogo en electrónica, ingeniero en Telecomunicaciones, magíster en Ciencias de la Información y Comunicaciones con énfasis en Teleinformática y docente investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia (*e-mail: gahiguerac@correo.udistrital.edu.co*).

**Leidy Yolanda López Osorio.** Ingeniera en Control de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia (*e-mail: lylopezo@gmail.com*).

**Andrea Yulieth Yara Rodríguez.** Tecnóloga en sistematización de datos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia (*e-mail: andreayara2@gmail.com*).

**Liliana Arévalo Tapias.** Tecnóloga en sistematización de datos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia (*e-mail: Larevalot@gmail.com*).

UNIHORIZONTE  
EN EVENTOS  
CIENTÍFICOS



# LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE PRESENTE EN EL XIV CONGRESO “LA INVESTIGACIÓN EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA”

---

HORIZONTE UNIVERSITARY FOUNDATION PRESENT AT THE XIV CONGRESS  
“THE INVESTIGATION IN THE PONTIFICAL UNIVERSITY XAVIERIANA”

---

L.A. García-Galindo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Universitaria Horizonte - UniHorizonte, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

Como es tradición desde hace más de 20 años, se llevó a cabo el congreso interno de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual se ha convertido en un espacio bianual que busca generar no sólo que se visibilice la investigación realizada por sus profesores y estudiantes, sino también convertirse en un espacio de discusión en torno a la paz, la reconciliación y el papel que la ciencia puede jugar en la Colombia del postconflicto. Durante los días que duró el evento, se presentaron conferencias magistrales a cargo de investigadores expertos en procesos de paz y construcción de sociedad, en materia de ciencia y tecnología, así como en la difusión de contenidos científicos para diversos públicos. Estas charlas fueron acompañadas por la presentación de resultados en simposios y posters por áreas del conocimiento y actividades paralelas como charlas, la entrega del premio bienal al Investigador Javeriano y tours guiados para presentar al público la dinámica de la investigación javeriana desde su cotidianidad, a través de un contacto de primera mano con sus actores y espacios. La asistencia a este evento fue importante en la medida que sirve de ejemplo y modelo para fortalecer procesos investigativos en UniHorizonte, con aras a la mejora y mayor visibilidad de los mismos.

**PALABRAS CLAVES:** Investigación, Pontificia Universidad Javeriana, UniHorizonte.

## ABSTRACT

As has been the tradition for more than 20 years, the internal congress of the Pontifical University Xaveriana was held, it has become a biannual space which seeks to generate not only the visibility of the research carried out by its professors and students, but also become a space for discussion about peace, reconciliation and the role that science can play in the post-conflict in Colombia. During the days of the event, conferences were given by researchers who are experts in peace processes and society building, in science and technology, as well as in the dissemination of scientific content for various audiences. These talks were accompanied by the presentation of results in symposiums and posters by the different areas of knowledge and parallel activities such as lectures, the award of the Xaverian Researcher's biennial prize and guided tours to present the dynamics of Xaverian research to the public from their daily life, through of a first-hand contact with its actors and spaces. Attendance at this event was important to the extent that it serves as an example and model to strengthen research processes in UniHorizonte, with a view to improving and increasing their visibility.

**KEYWORDS:** Research, Pontifical University Xaveriana, UniHorizonte.

---

## I. INTRODUCCIÓN

---

Entre el 11 y el 15 de septiembre de 2017, se llevó a cabo el XIV Congreso “La Investigación en la Pontificia Universidad Javeriana”, en el cual se mostró el conocimiento generado por los profesores y estudiantes de esta institución en sus sedes de Bogotá y Cali.

Teniendo en cuenta la coyuntura nacional, el espacio académico buscó además generar el ambiente propicio para la discusión en torno a la paz, la reconciliación y el papel que la ciencia puede jugar en la Colombia del postconflicto.

## II. DESARROLLO DEL EVENTO

Este evento contó con tres conferencias centrales realizadas en la mañana de los días 13, 14 y 15 de Septiembre en el auditorio Alfonso Quintana S.J., del Edificio Jorge Hoyos S.J. (edificio 20 del campus universitario), con la participación de tres conferencistas de amplio reconocimiento académico:

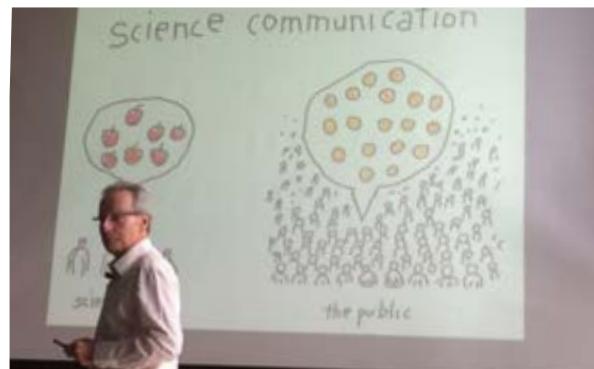
El 13 de septiembre, el padre Francisco de Roux, jesuita que ha participado en diversos procesos de paz y construcción de sociedad civil en Colombia, realizó su charla magistral sobre el papel de la investigación en escenarios de paz y en la reconciliación

Marta Zambrano, doctora en antropología y académica de la Universidad Nacional de Colombia, realizó su conferencia, el 14 de septiembre, la cual giró en torno a las decisiones que debe tomar el país en materia de ciencia y tecnología de cara al futuro.

El último día del evento, pero no por esto menos relevante, el Doctor Roberto Kolter (figuras 1 y 2), profesor de microbiología de la Universidad de Harvard, expuso en su presentación ideas claves sobre la difusión de contenidos científicos para diversos públicos.



Figura 1 Doctor Roberto Kolter en su charla magistral



FUENTE: PROPIA

Figura 2. Doctor Roberto Kolter en su charla magistral

Por otro lado, durante el Congreso se realizaron seis simposios, en los cuales se presentaron más de 100 resultados de procesos investigativos enmarcados dentro de las siguientes temáticas:

1. Investigación para la reconciliación y la construcción de paz
2. Cuidado de la casa común (figura 3)
3. De la investigación básica a la generación de soluciones
4. Problemáticas sociales
5. Interdisciplinariedad, colaboración y redes
6. Semilleros de investigación



FUENTE: PROPIA

Figura 3 Presentación realizada en la temática cuidado de la casa común

Asimismo, se presentaron al público nueve tecnologías desarrolladas enteramente en la Universidad Javeriana y se tuvo como punto central la entrega del Premio Bienal de Investigación a los mejores trabajos de investigación desde el congreso anterior (del año 2015), y Vida y Obra en Investigación, destinado al profesor javeriano con el recorrido y los aportes más destacados en su campo.

El congreso también contó con actividades alternas dentro de las que se resaltan, los toures guiados por laboratorios, las charlas de inteligencia competitiva e índice H y las jornadas de cerveza, tapas y posters, las cuales buscaron generar una charla amena entre investigadores, profesores y estudiantes en torno a diferentes proyectos científicos, donde se pudieron realizar aportes, compartir experiencias, sugerir métodos de investigación, etc.

## REFERENCIAS

- Mayorga, D. (10 de Septiembre de 2017). La javeriana celebra su fiesta de la investigación. *Pesquisa javeriana*. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/pesquisa/la-javeriana-celebra-su-fiesta-de-la-investigacion/>
- Pontifícia Universidad Javeriana. (2017). *Home del congreso*. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/congreso>
- Pontifícia Universidad Javeriana. (2017). *Programa*. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/documents/4578052/8823772/Sabana-del-congreso.pdf/541eba0a-2c6b-432c-b22a43389f9978f6>
- Pontifícia Universidad Javeriana. (2017). *Invitación a presentar su unidad al tour de investigación*. Disponible en <http://www.javeriana.edu.co/congreso/tour-de-la-investigacion>

# I CONGRESO INTERNACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL E HIGIENE OCUPACIONAL UNIHORIZONTE

UNIHORIZONTE'S I INTERNATIONAL CONGRESS OF INDUSTRIAL SECURITY AND OCCUPATIONAL HYGIENE

C.A. Martínez-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Universitaria Horizonte - UniHorizonte, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

Durante los días 19 y 20 de octubre de 2017, se llevó a cabo el I congreso internacional en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional realizado por la Fundación Universitaria Horizonte (UNIHORIZONTE), denominado “Los desafíos de la salud laboral, la gestión y la cultura en la prevención de riesgos laborales”. El objetivo central del evento fue integrar expertos de la seguridad industrial y la higiene ocupacional en un espacio académico que generara el intercambio de conocimientos relacionados con las nuevas tendencias en salud laboral y la gestión de la cultura de la prevención de riesgos, para lo cual se definieron seis (6) ejes temáticos considerados como claves para cumplir dicho objetivo. El evento contó con la participación de conferencistas internacionales y ponentes pertenecientes tanto a la academia como a la industria, quienes, de acuerdo a los comentarios de los asistentes, superaron sus expectativas.

**PALABRAS CLAVES:** Seguridad industrial, Higiene Ocupacional, Investigación, UniHorizonte.

## ABSTRACT

During the days 19 and 20 of October 2017, the 1st International Congress on Industrial Safety and Occupational Hygiene called “The challenges of occupational health, management and culture in Prevention of occupational hazards” was held by the Horizonte University Foundation (UNIHORIZONTE). The main objective of the event was to integrate experts from industrial safety and occupational hygiene in an academic space to generate the exchange of knowledge related to the new trends in occupational health and the management of the culture of risk prevention, for that reason six (6) thematic axes were considered as keys to fulfill this objective. The event was attended by international speakers and speakers from both academia and industry, who, according to the comments of the attendees, exceeded their expectations.

**KEYWORDS:** Industrial safety, Occupational Hygiene, Research, UniHorizonte.

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2017 La Fundación Universitaria Horizonte toma la decisión de realizar el I Congreso Internacional de Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional, aprovechando la experiencia adquirida desde el programa de Ingeniería y la trayectoria de más de 30 años en el programa de Técnico Profesional en Seguridad e Higiene Industrial.

En esta oportunidad se resaltaron todos los desafíos que implican para las organizaciones la salud de sus colaboradores, además de la cultura en la prevención de los riesgos que se encuentra íntimamente ligada a la productividad y la competitividad en los diferentes sectores económicos.

Lo anterior, teniendo en cuenta que el devenir del

mundo moderno llevan a abrir espacios de reflexión relacionados con el crecimiento de las organizaciones además de la socialización de las nuevas tendencias y de los conocimientos actualizados con relación a la seguridad industrial y la higiene ocupacional.

El conjunto de áreas temáticas que fueron desarrolladas por conferencistas tanto del contexto local como nacional, incluyeron en esta oportunidad expertos de talla internacional que permitieron superar las expectativas por parte de los participantes e interesados en nuestro importante congreso.

Así mismo, el evento estuvo acompañado de gerentes, consultores, asesores, egresados y estudiantes, quienes pudieron participar de toda la programación.

## II. OBJETIVOS DEL EVENTO

Este evento (figura 1) tuvo como objetivo central el integrar expertos de la seguridad industrial y la higiene ocupacional en un espacio académico, generando el intercambio de conocimientos relacionados con las nuevas tendencias en salud laboral y la gestión de la cultura de la prevención de riesgos.



FUENTE: PROPIA

Figura 1. Público asistente al I Congreso Internacional en Seguridad industrial e Higiene Ocupacional realizado.

## III. ÁREAS TEMÁTICAS Y SUBLÍNEAS

Los trabajos investigativos desarrollados por los participantes al evento se enmarcaron en seis (6) áreas temáticas desarrolladas en salas especializadas, los cuales se enuncian a continuación.

1. Retos Internacionales en Salud Laboral
2. Actualización en Seguridad, Salud y Ambiente.
3. Soluciones integrales para la implementación del SG- SST en las organizaciones.
4. Condiciones para un ambiente laboral seguro.
5. Cultura en la prevención de riesgos laborales.
6. Gestión Ambiental y desarrollo sostenible.

## IV. PROGRAMACIÓN DEL EVENTO

El jueves 19 de octubre se realizó la inauguración del evento con las palabras del rector Carlos Eduardo Rodríguez Pulido y El Vicerrector académico y de investigaciones Carlos Andrés Gómez Vergara, quienes presentaron a los dos conferencistas internacionales el ingeniero Mauricio Eduardo Castro Zúñiga, (Chile) y el ingeniero Michel Adum Abdala (Perú) (ver figura 2).



FUENTE: PROPIA

Figura 2 De izquierda a derecha el ingeniero Michel Adum Abdal (Perú), Carlos Eduardo Rodríguez (Rector de Unihorizonte), ingeniero Mauricio Eduardo Castro Zúñiga, (Chile)

Posteriormente se dio inicio a la agenda académica del día, la cual se muestra en las tablas 1 y 2

### TABLA I AGENDA ACADÉMICA DEL PRIMER DÍA DEL EVENTO

PLENARIAS CENTRALES	
Cambios estructurales y funcionales en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente para mejorar los procesos productivos reduciendo la Tasa de Siniestralidad (número de accidentes) de una Compañía.	MSc Mauricio Eduardo Castro Zúñiga (Chile)
Soluciones Integrales para la Implementación del SG SST en las organizaciones	Esp. Deisy Oviedo Gómez K&C Consultores (Colombia)
Soluciones Integrales para la Implementación del SG SST en las organizaciones	Esp. Deisy Oviedo Gómez K&C Consultores (Colombia)
SALA TEMÁTICA 1 RETOS INTERNACIONALES EN SALUD LABORAL/ CONDICIONES PARA UN AMBIENTE LABORAL SEGURO	
Estrategias administrativas para la mejora de la productividad laboral y su impacto en el factor humano.	MSc. Ruth Milena Suarez Castro. Unirepublicana
Factores Fundamentales para la Implementación de un Plan Estratégico de Seguridad Vial	Neider Murcia Molano Estudiante IX Sem. Unihorizonte
SALA TEMÁTICA 2 GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE/ ACTUALIZACIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE	
Modelos Físicos con paneles fotovoltaicos en atención inmediata e instrucción militar	ST. José Luis Sarmiento Escalante Escuela Militar de Cadetes

La empresa de bioinsumos como ejemplo de producción y consumo sostenible	MSc. Luisa Alejandra García Galindo UniHorizonte
<b>SALA TEMÁTICA 3</b> <b>SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SG- SST EN LAS ORGANIZACIONES/CULTURA DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>	
Implementación de estrategias para el control de riesgos en seguridad y salud laboral en una empresa de gestión de proyectos de construcción más allá del SGSSST	Ing. Giovanni Mateus Almonacid Ing. Sandra Ximena Díaz Sánchez
La Teoría General de los Sistemas y la Gestión del Riesgo	Ing. Miguel Flórez García UniHorizonte

FUENTE: PROPIA

**TABLA 2**  
**AGENDA ACADÉMICA DEL SEGUNDO DÍA DEL EVENTO**

PLENARIAS CENTRALES	
"Administración de Crisis y Emergencias a nivel industrial"	MSc. Michel Adum Abdala (Perú)
Reutilización de Pasivos Ambientales de la Industria Oil & Gas.	MSc. Arnul David Paz Aranguren (Venezuela)
Conferencia sobre contribuciones de la instalación de instrumentos de asistencia cardíaca a la salud de los colombianos	Ing. Jorge Reynolds Pombo (Colombia)
<b>SALA TEMÁTICA 1</b> <b>RETOS INTERNACIONALES EN SALUD LABORAL/ CONDICIONES PARA UN AMBIENTE LABORAL SEGURO</b>	
Bases, estructura y soporte mínimo en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente para cumplir los requisitos legales del país, de la Compañía y las Normas ISO - OHSAS en la ejecución de Proyectos en sitio.	MSc Mauricio Eduardo Castro Zuñiga (Chile)
Diseño e implementación de planes de emergencias: Una experiencia de vida	Alfredo Junior Rodríguez Ortiz Estudiante IX Sem. UniHorizonte
<b>SALA TEMÁTICA 2</b> <b>GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE/ ACTUALIZACIÓN EN SEGURIDAD, SALUD Y AMBIENTE</b>	
Sistema de Gestión Ambiental SANITAS Organización Internacional	MSc. David Betancourt OSI
Dinamismos durante el proceso de caída libre, movimientos parabólicos y pendulares relacionados el desarrollo de desórdenes musculo-esqueléticos en trabajadores del sector al nivel colombiano	Julio César Muñoz Camacho Estudiante IX Sem. UniHorizonte
<b>SALA TEMÁTICA 3</b> <b>SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SG- SST EN LAS ORGANIZACIONES/ CULTURA DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES</b>	
Identificación de los factores de riesgo psicosocial en docentes adscritos a un programa de Ingeniería Industrial en la Ciudad de Bogotá	Ing. Nelson Vladimir Yepes González. Uniagustiniana
La Seguridad Industrial, el cambio y el futuro en la minería artesanal	Juan David Riaño Patarroyo Estudiante IX Sem. UniHorizonte

FUENTE: PROPIA

La programación del evento se llevó a cabo con éxito y se dejaron perspectivas para desarrollar la segunda versión del mismo.

El evento cerró con una demostración de trabajo en alturas y un coctel para los asistentes y participantes al mismo, el día 20 de octubre.

A continuación en las figuras 3 a 5 se muestran diferentes momentos del congreso.



FUENTE: PROPIA

Figura 3. Ponencias realizadas en las salas especializadas.



FUENTE: PROPIA

Figura 4. Demostración de trabajo en alturas.



FUENTE: PROPIA

Figura 5 Coctail de cierre del evento

# III ENCUENTRO INTERINSTITUCIONAL DE SEMILLEROS FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE Y CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REPUBLICANA

---

III INTERINSTITUTIONAL HOTBED MEETING OF THE UNIVERSITARY FOUNDATION HORIZONTE AND THE  
REPUBLICAN UNIVERSITY CORPORATION

---

C.A. Martínez-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fundación Universitaria Horizonte - UniHorizonte, Bogotá, Colombia

## RESUMEN

El día 8 de Noviembre de 2017, se reunieron estudiantes semilleristas, docentes e investigadores de diversas universidades de la ciudad de Bogotá, en torno a la presentación tanto de propuestas, como de resultados parciales o finales de investigaciones realizadas desde los semilleros de investigación para dar lugar al III encuentro interinstitucional realizado por UniHorizonte, acompañado en esta versión de la Corporación Universitaria Republicana. El objetivo se centró en discutir respecto al papel de la generación, apropiación y uso del conocimiento en la formación técnica profesional, tecnológica y universitaria a través del ejercicio realizado en los semilleros. El evento tuvo una gran acogida por todos los participantes ya que permite visibilizar lo realizado e impactar a la sociedad con el conocimiento derivado de la práctica investigativa de las instituciones a través de sus docentes y estudiantes..

**PALABRAS CLAVE:** Semilleros de investigación, investigación formativa, UniHorizonte, UniRepublicana

## ABSTRACT

On November 8, 2017, hotbed's students, professors and researchers from various universities of the city of Bogotá met around the presentation of proposals, as well as partial or final results of research carried out from the research hotbeds to celebrate the III inter-institutional hotbed meeting held by UniHorizonte, with the Republican University Corporation in this event version. The objective was to discuss the role of the generation, appropriation and use of knowledge in vocational, technological and university training through the exercise carried out in hotbeds. The event was very well received by all the participants, since it makes possible to visualize what has been done and to impact society with the knowledge derived from the research practice of the institutions through its teachers and students.

**KEYWORDS:** Research Hotbed, formative research, UniHorizonte, UniRepublicana.

---

## I. INTRODUCCIÓN

---

En el segundo período académico del 2017, la Fundación Universitaria Horizonte y la Corporación Universitaria Republicana, presentan a la comunidad académica la tercera versión del evento que reúne a estudiantes incorporados en ejercicios de investigación a través de semilleros y a docentes por medio de grupos de investigación.

Este evento se llevó a cabo en las instalaciones de la Fundación Universitaria Horizonte en el Auditorio Jorge Reynolds el día 8 de noviembre de 2017.

Los coordinadores de investigación de la Fundación Universitaria Horizonte, conjuntamente con el equipo de investigación de la Corporación Universitaria Republicana, convocaron diferentes instituciones educativas de la ciudad de Bogotá, dentro de las cuales se encuentran la Universidad Nacional de Colombia, la Corporación Universitaria Minuto de Dios, la Fundación Universitaria los Libertadores y Fundación Universitaria Monserrate, las cuales con los aportes realizados por los estudiantes semilleristas acompañados de sus docentes investigadores, presentaron su producción investigativa al lado de los estudiantes e investigadores de las universidades organizadoras del evento (figura 1).



FUENTE: PROPIA

Figura 1. Participación de la Corporación universitaria Minuto de Dios.

## II. OBJETIVOS DEL EVENTO

El evento tuvo como objetivo principal, generar los lazos de unión con otras instituciones, además de mantener espacios de reconocimiento de la formación académica investigativa en Colombia, en los escenarios propios de la función sustantiva de la investigación, por medio de mecanismos de visibilidad que permitan impactar a la sociedad con el conocimiento derivado de la práctica investigativa de las instituciones a través de sus docentes y estudiantes (figura 2).



FUENTE: PROPIA

Figura 2. Investigación aplicada llevada a cabo por estudiantes semilleristas.

De igual forma, el evento buscó propiciar una mayor claridad sobre el papel de la generación, apropiación y uso del conocimiento en la formación técnica profesional, tecnológica y universitaria que permitieron superar las expectativas por parte de los participantes e interesados en el encuentro, el cual se ha vuelto de gran importancia para toda la comunidad universitaria UniHorizontista.

## III. PROGRAMACIÓN DEL EVENTO

El evento abrió sus puertas a docentes y estudiantes desde las 8 de la mañana para que se culminara con la inscripción, se recibieran las credenciales del evento y

se realizará la instalación de posters.

Posterior a estas actividades se dio inicio al evento académico con las palabras del Vicerrector Académico y de Investigación de UniHorizonte MSc. Carlos Andrés Gómez Vergara y la Ingeniera MSc. Ruht Milena Suárez Castro, docente e Investigadora de la Corporación Universitaria Republicana.

Se contó con la exhibición de posters y muestras realizados por los estudiantes de los diferentes semilleros de UniHorizonte, los cuales se especifican en la Tabla 1. (Ver archivo Tabla 1)

**TABLA I**  
TRABAJOS EN MODALIDAD POSTER O  
MUESTRA

SEMILLERO / DOCENTE LIDER	PROYECTO/PARTICIPANTE
Semillero de Investigación en Diseño: Arcadia Diseño Docente: Jhon Carlos Guzmán	Muestra de proyectos lúdicos en diseño
Semillero de Investigación SIHGAU Docente: Mónica Gómez	Muestra de Proyectos en Legislación en Seguridad y Salud en el Trabajo
Semillero de Investigación Lesiones Osteomusculares Docente: Miguel Flórez	Presentación y lanzamiento del Semillero
Semillero de Investigación ORSSECOL Docente: Carlos Martínez García	Sistema de vigilancia epidemiológica basada en la evidencia para atender el riesgo biológico en clubes nocturnos de la ciudad de Bogotá  (Julio César Muñoz Camacho, Juan David Riaño Patarroyo y Edward Parra Rodríguez)
Semillero de Investigación en Gestión Ambiental Docente Luisa García	Buen manejo de medicamentos vencidos (Solarilly Duque)  Análisis, concientización y recuperación del humedal La Isla (Karen Betancourt, Iván Fernández y Adriana Santiesteban)  Diseño de canecas con materiales reciclados para la recolección de colillas de cigarrillos (Tania Diaz)  El recurso que salvará al mundo: El Recurso hídrico como fuente de producción de energía y su descontaminación con Biomasa (Laura Mendoza)  Contaminación del suelo y agua a causa de químicos utilizados en la agricultura (Salomón Ariza)  Huertas Urbanas para la generación de productos a base de Marihuana (Viviana Pachón)  Metodologías ahorradoras de agua para tod@s (Miguel Castellanos, Juan Manuel Crispoca y Ronald León)

FUENTE: PROPIA

Por su parte, las ponencias trataron de diversos temas de alto interés por los participantes, los cuales se resumen en la Tabla 2. (Ver archivo tabla 2)

**TABLA 2**  
TRABAJOS EN MODALIDAD PONENCIA

TEMÁTICA	PARTICIPANTES	INSTITUCIÓN
Propuesta para la implementación de medidas de control que permitan reducir el riesgo químico al que se encuentran expuestos los cultivadores de papa en el municipio	Estudiantes: Jose Ramón Arandia Espitia, Yamile Diaz Cuellar y Edna Constanza Santofimio García Docente: Saúl Tomás Salas Suárez	Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO UVD)
Principales retos de las pymes en Colombia y sus posibles soluciones	Estudiantes: Elin K Darío Morales Gil, Docente: Ricardo Villalba	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Reflexiones Pedagógicas alrededor de los PIAs (Proyectos Integrados de Aula) como estrategia de integración curricular en el Programa de Ingeniería en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional.	Docentes: Ing. Camilo Alejandro Torres Peña y Carlos Arturo Martínez García	Fundación Universitaria UniHorizonte (Unihorizonte)
Protocolo para la prevención y control de los riesgos biomecánicos en los chalecos entrenadores y/o adiestradores de caballo	Estudiantes: Johana Andrea Cely Quintero, Paula Andrea B. Angie Melissa Barbosa Betancur Cruz, Yessika Milena Amado Contreras, Stefany Carolina Marín Reyes, Angie Meliza Flórez Herrera, Sherly Lizeth Cruz Reyes, Enika Johana Ramírez Grisales y Natalie Prieto Cruz. Docente: Nancy Astrid Espitia Falla	Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO UVD)
Uso y adopción de métodos cuantitativos en la planificación y gestión de las operaciones en pymes de la ciudad de Bogotá	Estudiante: Angie Marian Gonzalez, Docente: Wilson Javier Castro Torres	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Ponencia especializada Corporación Universitaria Republicana	Ing. Ruth Milena Suárez Castro	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Evaluación ergonómica en un grupo de adolescentes de una Institución de educación superior, Bogotá	Estudiantes: Greisy Alvarez Aroca, Gisselle García Castellanos, Nidia Martínez Círcua y Zully Olarte Cortés. Docente: Aldo Piñeda	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Uso de tics en cálculo diferencial en la optimización en riesgos profesionales para ingeniería.	Estudiantes: Diana Maritza Ramos Cruz, Ana María Londoño y Edie Joel Salas. Docente: Luis Fernando Sánchez	Fundación Universitaria UniHorizonte (Unihorizonte)
Problemática que afrontan las pymes de Bogotá e impacto del capital humano como solución para aumentar la competitividad	Estudiante: Harold David Torres López Docente: Ricardo Villalba	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Análisis de percepción sobre estrategias administrativas y el impacto en la productividad laboral	Estudiantes: Natalia Muñoz Padilla y Yolima Andrea Rodríguez Rubiano. Docente: Ruth Suárez	Corporación Universitaria Republicana (CUR)
Representación Social Militar	Estudiantes: Angie Salgado Torres y Brayan Tovar Escobar	Universidad Nacional de Colombia (UNAL-Sede Bogotá)
Política pública de seguridad y Defensa de Líderes Sociales	Estudiantes: David Julián Chamorro Cárdenas	Universidad Nacional de Colombia (UNAL-Sede Bogotá)

FUENTE: PROPIA

---

## INSTRUCCIONES PARA AUTORES

---

La Revista **TECKNE** es la publicación científica multidisciplinaria de la Fundación Universitaria Horizonte - **UniHorizonte**, cuyo objetivo principal es ser un medio que permita la difusión del conocimiento en diversas disciplinas por medio de la publicación de resultados de investigación y experiencias nuevas en las áreas de Ingenierías (salud ocupacional, sistemas, electrónica, telecomunicaciones, industrial y ambiental), administración, mercadeo, arquitectura, diseño gráfico, hotelería y turismo, ciencias básicas y educación.

### **CRITERIOS EDITORIALES PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS**

Los artículos deben estar enmarcados en las siguientes categorías:

#### **1. Artículo de Investigación científica y tecnológica:**

Documento que presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos de investigación terminados. Se sugiere la siguiente estructura de presentación para el cuerpo del manuscrito como tal: Introducción, Metodología, Resultados y Conclusiones.

#### **2. Artículo de Reflexión:** Documento que presenta los resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica y crítica, sobre un tema específico recurriendo a fuentes originales.

#### **3. Artículo de Revisión:** Documento resultado de una investigación en la que se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia, tecnología e innovación, con el fin de dar cuenta de los avances y tendencias de desarrollo. Se caracteriza por tener una revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

### **ORIENTACIONES GENERALES PARA ARTÍCULOS**

Los artículos que se presenten a consideración del comité editorial de la revista **TECKNE**, deben seguir las siguientes orientaciones:

1. El material debe ser original, es decir que el (los) autor(es) garantiza(n) que los contenidos respetan los principios de propiedad intelectual y que el manuscrito a someter no ha sido publicado total o parcialmente en otro medio.
2. Los artículos deben ser escritos en español, inglés

o portugués

3. La redacción debe ser de carácter científico, es decir, en tercera persona, con un lenguaje claro y preciso.
4. El texto debe ser elaborado en formato .doc, en letra Times New Roman de 12 puntos.
5. El texto preliminar del artículo se debe enviar en formato .doc en adjunto vía e-mail al correo electrónico **revista.teckne@unihorizonte.edu.co**, con el asunto “artículo sometido a publicación\_Tema\_xxxxx”.
6. La extensión del artículo debe ser de mínimo tres (3) y máximo diez (10) páginas incluyendo figuras, tablas y las referencias bibliográficas a dos (2) espacios.
7. Las referencias, tablas y figuras se deben presentar de acuerdo con las directrices de la última versión de las normas APA.
8. El material gráfico (en caso de haber en el artículo) deberá ser entregado en formato de alta calidad y resolución (JPG, PNG, GIFF, TIFF o BMP). Se debe asegurar que todas las figuras y tablas que aparezcan dentro del artículo estén debidamente identificadas (rotuladas) y referenciadas en el texto y que estas respeten los principios de propiedad intelectual y derechos de autor (fuente) en caso tal que no sean de elaboración propia.
9. Junto con estos archivos también debe ser enviada la(s) hoja(s) de vida resumida del (los) autor(es)
10. El documento será enviado a pares evaluadores (sin nombres de los autores), quienes aprobarán o rechazarán el artículo.
11. La respuesta de la revisión de los pares evaluadores será notificada por correo electrónico a el (los) autor(es), para que las correcciones sugeridas, en caso de existir, sean realizadas en los siguientes 10 días hábiles.
12. Una vez se apruebe el artículo, el comité editorial de **TECKNE** enviará la carta de transferencia de derechos de reproducción a el (los) autor(es).
13. Cuando la revista física salga a circulación, se notificará al (los) autor(es) vía correo electrónico y se hará llegar un ejemplar como soporte de la publicación.

### **SECCIONES DEL ARTÍCULO**

Todos los artículos que se sometan a la revista **TECKNE**, deben incluir las siguientes secciones:

1. **Título:** Debe ser breve pero descriptivo. Debe incluirse la traducción al inglés.
2. **Autores:** Nombre(s) completo del (los) autor(es),

filiación institucional actual, correo electrónico, 3.ciudad y país de cada uno.

**4.Resumen:** En español e inglés (*Abstract*). En un solo párrafo debe resumir objetivos, alcance, metodología, principales resultados y conclusiones. Máximo 200 palabras.

**5.Palabras Clave:** Tener mínimo tres y máximo 5 palabras en español e Inglés (*Keywords*), ordenadas alfabéticamente.

**6.Introducción:** Presenta el planteamiento general de la problemática que aborda el artículo, los objetivos, referencias a trabajos previos relevantes y la justificación

**7.La estructura del texto del artículo debe tener generalmente las siguientes partes:**

- **Metodología:** Describe las técnicas, materiales y equipos utilizados, dentro de una secuencia que muestre de manera concreta y lógica el desarrollo de la investigación, con el fin de que puedan ser reproducibles.
- **Resultados y discusión:** Los resultados experimentales podrán presentarse en tablas, figuras y fotografías que deben estar explicadas de forma corta pero completa en el texto. Los resultados sustentados por cálculos estadísticos deberán mencionar su procedencia y el método estadístico empleado. La discusión debe ser concreta y citar los resultados obtenidos a la luz de otros estudios, señalando cuál es el aporte nuevo realizado a la ciencia mediante la investigación planteada.
- **Conclusiones:** Deben estar en coherencia con los objetivos planteados, los resultados obtenidos y el desarrollo del artículo. De ser posible deben ofrecer una solución al problema planteado en la introducción.
- **Agradecimientos:** Es opcional. En esta sección se incluyen las personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa a la realización del trabajo. Estos deben ser muy cortos y concretos.
- **Citas bibliográficas en el texto:** Citar el nombre del (los) autor(es), seguido del año de publicación indicados entre paréntesis. Ejemplo: Moore (2007), Moore & Williams (2008). Si son tres o más autores la primera vez que aparezcan en el texto, deben mencionarse todos los autores y apartir de la segunda vez se coloca solamente el apellido del primer autor acompañado de *et al.*, junto con el año de publicación, por ejemplo: Moore, Jhonsson, Williams & Barnett (1999) y luego Moore *et al.*, (1999). Si la cita se coloca

al final se usa autor y fecha entre paréntesis: (Rodríguez, 1997; López *et al.*, 2011).

• **Bibliografía:** La lista se citará en orden alfabético y de la siguiente manera:

**Artículo impreso:** Apellido, A. A., Apellido, B. B. & Apellido, C.C. (Año). Título del artículo. Título de la publicación, volumen(Número), pp-pp.

**Libro con autor:** Apellido, A. A. (Año). Título. Ciudad: Editorial.

**Libro con editor:** Apellido, A. A. (Ed.). (Año). Título. Ciudad: Editorial.

**Versión electrónica de libro impreso:** Apellido, A A (Año). Título. Recuperado de <http://www.ejemplo.com>.

**Capítulo de un libro:** Apellido, A.A. & Apellidos, A.A. (Año). Título del capítulo. En A. A. Apellido (Ed.), Título del libro (p. nn-nn). Ciudad: Editorial.

**Videos:** Apellido, A. A. (Productor), & Apellido, A.A. (Director). (Año). Título. [Película cinematográfica]. País de origen: Estudio.

**Videos en Línea:** Apellido, A.A. (Año, mes día). Título [Archivo de video]. Recuperado de: [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com)

**Páginas web:** Apellido, A.A. (Año). Título página web. Recuperado de [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com)

**Simposios y conferencias:** Apellido, A. & Apellido, A. (Mes, Año). Título de la presentación. En A. Apellido del Presidente del Congreso (Presidencia), Título del simposio. Simposio dirigido por Nombre de la Institución Organizadora, Lugar.

**Tesis:** Apellido, A. & Apellido, A. (Año). Título de la tesis (Tesis de pregrado, maestría o doctoral). Nombre de la Institución, Lugar. Recuperado de [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com)

Para el caso de los artículos de revisión la metodología y resultados son reemplazados por un marco teórico o referentes teóricos y el análisis de la problemática. Finalmente en este tipo de artículos se discute respecto a la problemática tratada durante el manuscrito.

#### **ORIENTACIONES GENERALES PARA LA PUBLICACIÓN DE NOTICIAS, EVENTOS Y RESEÑAS DE LIBROS**

Teniendo en cuenta que la finalidad de TECKNE es ser un medio de comunicación para toda la comunidad científica, la revista también publica escritos acerca de experiencias de investigadores asistentes a eventos como de corte científico como congresos, seminarios, simposios, etc., noticias de interés académico e investigativo y resúmenes

de libros recientes en las temáticas objeto de **TECKNE**. Los anteriores apartes deben venir acompañados de una foto del evento o una imagen de la portada del libro, ser cortos, concretos y contener la opinión del evento o libro, si el autor lo desea.

**Nota:** El comité editorial se reserva el derecho de última instancia de publicar los documentos recibidos. No obstante, su publicación en la revista **TECKNE** no significa que el editor en jefe, el comité editorial o **UniHorizonte** estén de acuerdo con su contenido. La responsabilidad del contenido de los documentos publicados y los efectos que se deriven de los mismos recaen exclusivamente en el (los) autor(es).

---

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

---

**TECKNE** is the multidisciplinary scientific journal of the University Foundation Horizonte - **UniHorizonte**. Our main objective is to be a printed media that allows the dissemination of knowledge in different disciplines through the publication of new experiences and research results in the areas of Engineering (occupational health, systems, electronics, telecommunications, industrial and environmental), administration, marketing, architecture, graphic design, hospitality and tourism, basic sciences and education.

### EDITORIAL CRITERIA FOR ARTICLES PUBLICATION

The articles must fall under the following categories:

**1. Scientific and technological research:** A document that presents in detail the original results of research projects completed. The following presentation structure for the manuscript's body is suggested: Introduction, Methodology, Results and Conclusions.

**2. Think Piece:** A document that presents finished research results from an analytical and critical perspective on a specific topic using original sources.

**3. Review Article:** A document resulting from a complete research, where the published or non-published results on a field of science, technology and innovation are analyzed, systematized and integrated, in order to account for developments and developmental trends. It is characterized by a literature review of at least 50 references.

### GENERAL GUIDELINES FOR ARTICLES

The articles submitted for the consideration by editorial committee of our searching journal **TECKNE** must adhere to the following guidelines:

1. The material must be original, it means, the authors warrant that the article contents the principles of intellectual property and that the submitted manuscript has not been published partially either complete in another media.
2. The articles can be written in Spanish, English and Portuguese.
3. The articles must be of scientific writing with a clear and precise language.
4. The articles must be prepared in .doc format, in Times New Roman 12 point.
5. The articles must be sent in .doc format via e-mail to the address [revista.teckne@unihorizonte.edu.co](mailto:revista.teckne@unihorizonte.edu.co), with the subject "submitted article \_title\_xxxxx".
6. The length of the article should be at least three (3) and maximum ten (10) pages including figures, tables and bibliography, written to two (2) spaces.
7. References, tables and figures must be submitted according to the guidelines of the latest version of the APA standards.
8. The graphic material (if there is in the article) must be submitted in high quality and resolution format (JPG, PNG, GIFF, TIFF or BMP). All figures and tables that appear in the article must be properly identified (labeled) and referenced in the text. Graphic material must also respect the principles of intellectual property and copyright.
9. Authors must send their summary CV when they submit the article.
10. The document will be sent to evaluators (no names of authors) who will approve or reject the article.
11. The response of the evaluators will be notified by email to the authors with the suggested corrections, if any. The corrections must be made within 10 working days.
12. Once approved, the editorial committee will send the copyright transfer letter to the authors.
13. When the journal will be published, authors will be notified via email and a physical copy of the journal will be sent to them to support the publication.

### ARTICLE SECTIONS

All articles that are submitted to the journal **TECKNE** must include the following sections:

- 1. Title:** It must be brief but descriptive. Spanish

translation must be included.

**2. Authors:** Full names of the authors, current institutional affiliation (membership), email address, city and country of each one of them.

**3. Abstract:** In Spanish and English. In a single paragraph the authors must summarize objectives, reaches, methodology, main results and conclusions. Maximum 200 words.

**4. Keywords:** Minimum 3 and maximum 5 words in Spanish and English, sorted alphabetically.

**5. Introduction:** Presents the general approach to the problem addressed during the article, objectives, relevant references to previous works and justification.

**6. The structure of the text of the article should generally have the following parts:**

- Methodology: Describes the techniques, materials and equipment used within a sequence showing the concrete and logical development of the research, so it can be reproducible
- Results and discussion: The experimental results can be presented in tables, figures and photographs. These graphics must be explained in the text in a short but comprehensive way. The results supported by statistical calculations should mention its source and the statistical method used. The discussion must be concrete and cite the results obtained at the light of other studies, indicating the new contribution to science made by the proposed investigation.
- Conclusions: it should be consistent with the objectives, results and the development of the article. If possible should offer a solution to the problem posed in the introduction.
- Acknowledgements: This is optional. In this section people and institutions that contributed significantly to the performance of work are included. It should be very short and concrete.
- Citations in the text: cite the name (s) of the author (s) followed by the year of publication indicated in parentheses. Example: Moore (2007), Moore & Williams (2008). If there are three or more authors, the first time they appear in the text, you should mention all the authors and on the second time place only the surname of first author accompanied by et al, along with the year of publication, for example: Moore, Jhonsson, Williams & Barnett (1999) and then Moore *et al.*, (1999). If the citation is placed at the end of the paragraph, author and date should be in parentheses: (Rodríguez, 1997; López *et al.*, 2011).
- Bibliography: The list should be in alphabetical

order and cited as follows:

**Printed article:** Last Name, A.A., Last Name, B.B. & Last Name C.C. (Year). Article title. Title of publication, volume(number), pp-pp.

**Book with author:** Last name, A. A. (Year). Title. City: Publisher.

**Book with editor:** Last name, A. A. (Ed.). (Year). Title. City: Publisher.

**Electronic version of printed book:** Last name, A A (Year). Title. Recovered from <http://www.ejemplo.com>.

**Chapter of a book:** Last name, A.A. & Last name, A.A. (Year). Chapter title. In A.A. Last name (Ed.), Title of the book (p. Nn-nn). City: Publisher.

**Videos:** Last name, A. A. (Producer), & Last name, A.A. (Director). (Year). Title. [Motion picture]. Country of origin: Study.

**Online Videos:** Last name, A.A. (Year, month, day). Title [Video File]. Recovered from: [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com)

**Websites:** Last name, A.A. (Year) .Title of website. Recovered from [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com)

**Symposiums and conferences:** Last name, A. & Last name, A. (Month, Year). Title of presentation. In A. Last name of the President of Congress (Presidency), Title of the symposium. Symposium directed by Name of Organizing Institution, Place.

**Thesis:** Last name, A. & Last name, A. (Year). Thesis (undergraduate, master's or doctoral thesis). Institution Name, Location. Recovered from [www.ejemplo.com](http://www.ejemplo.com).

In the case of review articles, the methodology and results are replaced by a theoretical framework or theoretical framework and analysis of the problem. Finally in these type of articles the problems in the manuscript are discussed.

**GENERAL GUIDELINES FOR PUBLICATION OF NEWS, EVENTS AND BOOK REVIEWS**

Given that the purpose of **TECKNE** is to be a means of communication for the entire scientific community, the magazine also publishes writings about experiences of research assistants to events related to science like congresses, seminars, symposia, etc., news of academic and research interest and summaries of recent books on the thematic subject of **TECKNE**. The previous sections must be accompanied by a photo of the event or an image of the book cover, be short, specific and contain the opinion about the event or book if the author wishes.

**Note:** The editorial committee reserves itself the right to ultimately publish of the documents received. However, its publication in journal **TECKNE** does not mean the editor in chief, the editorial committee or **UniHorizonte** agree with its contents. Responsibility for the content of the documents published and effects arising from the same fall exclusively on the authors.

---

### EVALUACIÓN POR PARES Y DECLARACIÓN ÉTICA DE LA REVISTA TECKNE

---

Para la revisión puntual del procedimiento y procesos de la evaluación por pares, así como para todo aquello relacionado a las cuestiones éticas de la revista Teckne, tanto autores como pares y lectores pueden consultar el link <http://www.unihorizonte.edu.co/revistas/index.php/TECKNE/about>, en el cual encontrarán toda la información al respecto.



**CUPÓN DE SUSCRIPCIÓN  
PERSONA NATURAL / JURÍDICA INSTITUCIONAL**

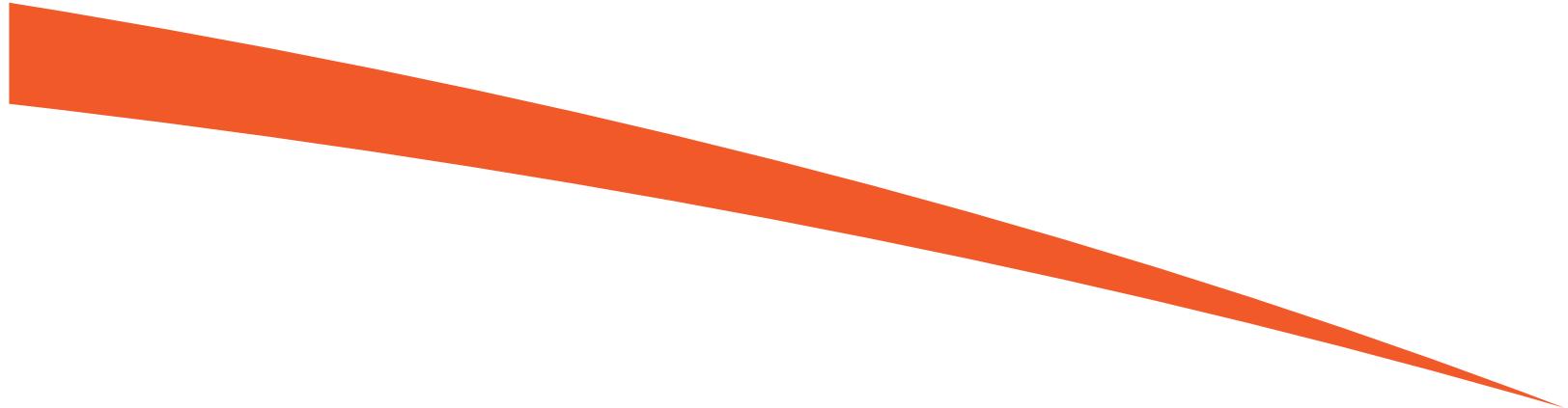
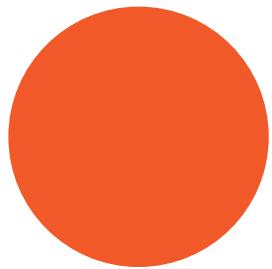
Escribir con letras mayúsculas de imprenta:

Nombre:  Apellido(s):   
Institución:   
Teléfono:  Dirección:   
Ciudad:  Depto:  País:   
Estado:  Zona Postal  E-mail:

**ACEPTO RENOVACIÓN AUTOMÁTICA**

Sí  No  Firma  C.C.

Favor enviar copia de este comprobante a la dirección: *revista.teckne@unihorizonte.edu.co*



[www.unihorizonte.edu.co](http://www.unihorizonte.edu.co)



/fundacionunihorizonte



@UniHorizonte

PBX: 743 7270 - 321 920 8288

Calle 69 No. 14-30 Bogotá - Colombia

Certificados en:



Vigilada MinEducación