

**REVISTA
TECKNE**

ISSN 1909- 793X

Bogotá D.C., Diciembre de 2016

Volumen 14 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 14
Número 2
Diciembre de 2016
Periodicidad Semestral

Indexada en IBN Publindex (categoría C)
Índice Nacional de Publicaciones Seriadas,
Científicas y Tecnológicas.

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

Nilda Linares V.
Vicerrectora Administrativa y Financiera

Nathalia Hernandez Mahecha
Directora de Mercadeo y Admisiones

PARES EVALUADORES

Humberto José Centurión Cardeña
Magister en Educación Superior
Docente e investigador

Instituto Tecnológico Superior de Motul

Denice Dayanira Cano Barrón
Magister en Investigación Educativa
Docente e investigadora

Instituto Tecnológico Superior de Motul

Dustin Tashin Gómez Rodríguez
Magister 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
Docente e investigador

Fundación Universitaria Horizonte/Fundación Universitaria San Martín

Santiago Felipe Arteaga Martín
Candidato a Maestría en arquitecturas de tecnologías de la información
Investigador/Director General

Universidad de los Andes/Prometheus Workshop S.A.S.

Diana Paola Tamayo Figueroa
Magister en Ingeniería ambiental-modalidad Investigación
Investigadora/Coordinadora

Universidad Nacional de Colombia/Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES).

Jairo Alexander Cárdenas Rodríguez
Candidato a Magíster en auditoría y gestión ambiental.
Coordinador y docente

Fundación universitaria Horizonte/Fundación Universitaria UNINPAU

EDITORIA

Luisa Alejandra García Galindo
Magister en Ciencias
Docente e Investigadora
revista.teckne@unihorizonte.edu.co

COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO

Diana Paola Tamayo Figueroa
Microbióloga Industrial, Pontificia Universidad Javeriana
Magister 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, Universidad Nacional de Colombia
Magister en Antropología social y cultural, Université de Porvence/Aix-Marseille I
Docente e Investigadora
Fundación Universitaria Minuto de Dios

Diana Rocío Sánchez Díaz
Psicóloga, Universidad de los Andes
Magister en Investigación, Universidad de los Andes
Docente e investigadora
Fundación Universitaria Minuto de Dios

CORRECCIÓN DE ESTILO

Luz Constanza Hernández Martínez
Correctora de estilo

Laura Bustos Camargo
Directora Centro de Idiomas
Fundación Universitaria Horizonte

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Andrés Mauricio Sánchez Caimán
Diseñador gráfico

CONTENIDO

EDITORIAL: APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO COMO UNA APASIONANTE EXPERIENCIA VITAL

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE DOS BIOFERTILIZANTES SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE ARVEJA (*Pisum sativum*) Y FRIJOL (*Phaseoulus vulgaris*)

B.Y. Rojas-Peña, J. Rueda-Ruiz, E.R. Barreño-Romero y L.A. García-Galindo 8

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE CON MATERIAL PARTICULADO PRODUCIDO POR LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LOS MUNICIPIOS DE LA SUBREGIÓN CENTRO DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

K.M. Meza Castro, A. Rudas Muñoz y M.A. Toncel Mendoza 19

LA TECNOLOGÍA EN LOS PROCESOS COGNITIVOS Y CULTURALES: UNA RESIGNIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS

J. Zambrano, A S. Ávila, A.S. Estrada, J.M. Estrada, G.P Londoño, K. Présiga y Y. Rincón 28

CINCO ESTRATEGIAS GERENCIALES PARA LA GESTIÓN DE CAMBIO

N.C. Berdugo-Silva y W.Y. Montaño-Renuma 42

VIABILIDAD DE HERRAMIENTAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RED EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: UN ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS GENERADAS DESDE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA

L.A. Restrepo Suarez y G.A. Higuera-Castro 50

PROTOTIPO DE SISTEMA DE REGISTRO DE NOTAS IMPLEMENTANDO EL ALGORÍTMO DE CIFRADO AES (ADVANCE ENCRYPTION STANDARD) BAJO LA TECNOLOGÍA PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

A.R. Guarnizo Sánchez y G. Ardila Mancera 57

UN CORAZÓN APASIONADO POR LA INVESTIGACIÓN JORGE REYNOLDS, EL DESTACADO COLOMBIANO INVENTOR DEL MARCAPASOS HABLA Y OPINA DE CIENCIA E INNOVACIÓN

L.A. García-Galindo y Y. Orlik 62

Editorial

APROPIACIÓN DEL CONOCIMIENTO COMO UNA APASIONANTE EXPERIENCIA VITAL

Aunque tanto en el pasado como en la actualidad, se ha debatido ampliamente acerca de los procesos, herramientas, metodologías y técnicas, que el docente puede emplear en el aula y fuera de ella, para garantizar que los estudiantes realmente tengan un proceso de aprendizaje; se ha dejado un poco de lado el hecho de que, es el maestro, el sujeto que probablemente más aprende de la relación con sus estudiantes y de su interacción en las cátedras.

Lo anterior, se centra en la base de que educar, no es algo estático o en una sola vía, sino algo que se experimenta, se mejora y permite constante evolución en el día a día. Educar es construir y construirse al mismo tiempo.

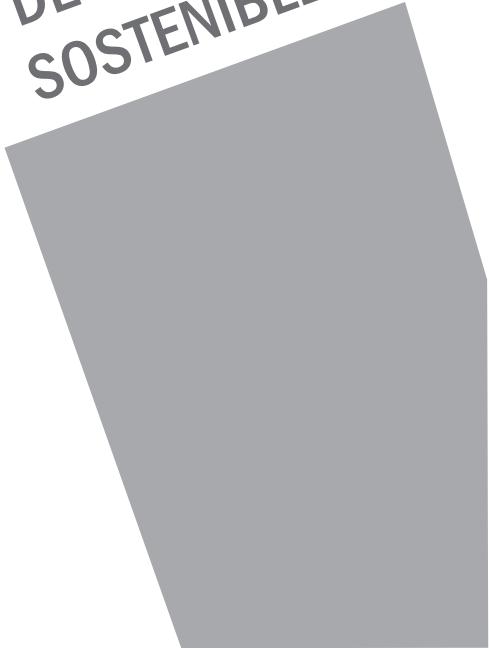
Las evidencias investigativas que se presentan en los artículos de esta edición de Teckne, son una muestra de proyectos y procesos realizados de forma mancomunada entre profesores y estudiantes. En cada uno de ellos es posible notar como a partir de la interacción entre los sujetos y su objeto de estudio, el conocimiento se convierte en una apasionante experiencia vital, pues se afianza la apropiación de las problemáticas y se mejora la comprensión de las mismas.

Las variadas temáticas tratadas en los manuscritos que contiene este número, concluyen de una u otra forma acerca de la necesidad de continuar investigando y de hacerlo en equipo, de reconocer el cambio de roles docente-estudiante, y de valorar el aprendizaje a partir de lo práctico.

Estimados lectores de Tekne, esperamos que al leer estas páginas, las disfruten y aprendan tanto de ellas, como lo hicimos nosotros durante la edición de las mismas.

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

MEDIO AMBIENTE
Y DESARROLLO
SOSTENIBLE



COMPARACIÓN DEL EFECTO DE DOS BIOFERTILIZANTES SOBRE LA GERMINACIÓN Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE ARVEJA (*Pisum sativum*) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*)

COMPARISON OF THE EFFECT OF TWO BIOFERTILIZERS ON PEA (*Pisum sativum*) AND BEAN (*Phaseolus vulgaris*) GERMINATION AND INITIAL GROWTH

B.Y. Rojas-Peña¹, J. Rueda-Ruiz¹, E.R. Barreño-Romero¹ y L.A. García-Galindo¹

¹ Fundación Universitaria Horizonte-UniHorizonte, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Los cultivos de arveja y frijol son de los más importantes en Colombia, ya que entre los dos se supera el 34% de la superficie cultivada total del país y es una actividad a la que se dedican alrededor de 25,000 agricultores. Estos han sido manejados tradicionalmente con fertilización química, sin que ello implique altos rendimientos (toneladas de grano/hectárea), mientras que si se ha ocasionado impacto ambiental considerable, por lo que el uso de biofertilizantes se ha venido desarrollando y fortaleciendo en los últimos años. En la presente investigación se evaluaron los biofertilizantes humus líquido y micorriza, cada uno en tres concentraciones diferentes: 2, 5 y 10% para humus y 1, 3 y 9% para micorriza, aplicadas en una sola dosis al inicio del experimento a cinco individuos por tratamiento (repeticiones). Las plántulas se revisaron cada dos días para registrar y fotografiar cambios que se presentaran en la germinación y crecimiento inicial de las mismas. Se tuvieron como variables respuesta en el tiempo: el crecimiento vegetativo, color y número de hojas y al final del experimento se midió tamaño de la raíz y el peso seco de cada individuo. Fue posible observar que los tratamientos con humus en todas las concentraciones, afectaron negativamente al frijol pues ninguna planta germinó en presencia de este biofertilizante. Respecto al crecimiento de las plántulas de arveja, a pesar que su crecimiento fue más lento que el de las plantas de frijol durante los primeros días del experimento, en las últimas observaciones las plantas de arveja, tanto en presencia de humus como de micorriza, presentaron un mayor crecimiento en todos los casos. Los resultados obtenidos pueden ser empleados para implementar en el primer momento planes de fertilización adecuados y económicos enfocados a huertas urbanas que mejoren la seguridad alimentaria en ciudades como Bogotá.

PALABRAS CLAVE: Biofertilización, huerta urbana, humus, micorriza.

ABSTRACT

Pea and bean are two of the most important crops in Colombia, accounting for 34% of the country's total cultivated area and being an activity that involves around 25,000 farmers. These crops have traditionally been handled with chemical fertilization, without high yields (tons of grain / hectare), which has caused considerable environmental impact, as a consequence, the use of biofertilizers has been developed and strengthened in recent years. The biofertilizers liquid humus and mycorrhiza were evaluated, each in three different concentrations: 2, 5 and 10% for humus and 1, 3 and 9% for mycorrhiza, applied in a single dose at the beginning of the experiment to five individuals by treatment (repetitions). The seedlings were reviewed every two days to record and photograph changes that occurred in the germination and initial growth of the crops. The response time variables were: vegetative growth, color and number of leaves and at the end of the experiment root size and dry weight of each individual were measured. It was possible to observe that humus treatments at all concentrations, affected negatively bean plants because no one germinated in the presence of this biofertilizer. Regarding the growth of the pea seedlings, although their growth was slower than that of the bean plants during the first days of the experiment, in the last observations the pea plants, both in the presence of humus and mycorrhiza, presented higher length in all cases. The results obtained can be used to implement in the first moment adequate and economic fertilization plans focused on urban orchard that improve food security in cities like Bogotá.

KEYWORDS: Biofertilization, urban orchard, humus, mycorrhiza.

I. INTRODUCCIÓN

El fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y su cultivo es una de las principales actividades de la economía campesina colombiana siendo uno de los productos de mayor importancia en la canasta familiar, no sólo por su gran sabor sino también por su contenido nutricional (proteínas y minerales esenciales) (Arias, Rengifo & Jaramillo, 2007). En el país se cultiva desde los 800 hasta los 2900 sobre el nivel del mar, especialmente de tipo voluble (65%), aunque también bajo el tipo arbustivo (35%) (Centro internacional de agricultura tropical – CIAT, s.f), siendo considerado por los colombianos como un producto clave en la seguridad alimentaria de la población (Arias *et al.*, 2007).

En tanto, la leguminosa conocida con el nombre común de arveja (*Pisum sativa*), se caracteriza por ser un alimento que tiene propiedades nutricionales excelentes (proteínas, carbohidratos, vitaminas y fibra), y que puede ser incorporado como ingrediente fresco en numerosas preparaciones culinarias, por lo que en Colombia su cultivo es el segundo en importancia luego del fríjol (Departamento Nacional de Estadística – DANE, 2015). Para su producción se cuenta con dos sistemas en el país, siendo el principal el cultivo por tutorado, el cual es muy utilizado en los departamentos de Nariño, Cundinamarca, Boyacá y Tolima, departamentos líderes en su producción (DANE, 2014).

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que tanto la arveja como el fríjol son muy apreciados en todo el país, por lo que las prácticas implementadas para su cultivo bajo condiciones de calidad y respeto al medio ambiente son completamente válidas, pues garantizan la salud, seguridad y bienestar de los colombianos.

Por otra parte, es importante mencionar que día a día los costos ocasionados por la expansión y demanda de cultivos debido a la necesidad de fertilización, teniendo en cuenta los altos precios de los fertilizantes químicos, ha incentivado la búsqueda de otras opciones para abonar las plantas (Reyes, 2014), destacando el uso de biofertilizantes constituidos por microorganismos o provenientes de procesos de tipo compostaje o lombricomposto.

Al realizar en varias regiones del país la evaluación a nivel experimental del uso de fertilizantes químicos en interacción con biofertilizantes, inoculando semillas de diferentes cultivos agrícolas, los resultados indican que

con la aplicación de biofertilizantes se obtiene mayor rendimiento del cultivo, mayor calidad del producto y/o menor costo de producción por unidad de superficie, pues el uso de bioinoculantes permite reducir, en promedio, hasta un 50% la fertilización mineral al suelo asociado a un ahorro de alrededor de 52% del costo por fertilizantes químicos, generando además incrementos en rendimiento de un 25%, en los cultivos (García, 2016).

Dentro de los biofertilizantes a partir de microorganismos, se resalta la importancia de aquellos a base de hongos formadores de micorriza (HFM). Se conoce con el nombre de micorriza a la asociación mutualista existente entre las raíces de variedad de las plantas y ciertos hongos benéficos presentes en el suelo (Reyes, 2014), que por lo general se encuentran en la mayoría de los suelos agrícolas (Aguirre, Irizar, Peña, Durán, Grajeda, & Cruz, s.f). Estos incrementan el volumen de la raíz y, por lo tanto permiten una mayor exploración de la rizósfera, dando lugar así a una mejor y más alta absorción de nutrientes por parte de las raíces de la planta, la cual en contraprestación, provee al hongo simbionte de un espacio protegido y azúcares como fotosintatos (Corredor, citado por Noda, 2009).

Varios estudios y centros de investigaciones han evaluado cepas de micorriza tanto en campo como en laboratorio para su uso comercial agrícola, encontrando que la aplicación de estos hongos es de bajo costo, alta eficiencia y mínimo impacto ambiental, mostrando que por ejemplo, en fríjol, la adición de micorrizas favoreció un mejor desarrollo de los cultivos y tolerancia a algunas enfermedades causadas por hongos (Reyes, 2014).

Además, con excepción de pocas familias de plantas, las asociaciones entre raíces y hongos formadores de micorrizas (HFM), ocurren en casi todos los ecosistemas terrestres, por lo que su importancia para la nutrición mineral y la salud de las plantas hacen de las micorrizas un recurso biológico de gran utilidad para la producción vegetal que reduce la aplicación de fertilizantes y plaguicidas (Galindo, 2008).

Otro grupo de biofertilizantes son aquellos generados a partir del proceso controlado del tratamiento de residuos orgánicos como por ejemplo el humus de lombriz. De este producto sólido en un inicio, es posible obtener un producto conocido como humus líquido una vez

se decanta y filtra el producto sólido, recuperando de forma concentrada nutrientes y ácidos húmicos (Manual de lombricultura, 2010). Este producto, de acuerdo a Cocoon (s.f), “ha probado tener un efecto más rápido y efectivo que la misma lombricomposta” (párrafo 1). Lo anterior, se afirma debido a que el humus líquido presenta tanto macro (N, K, Ca, Mg) como micronutrientes (B, Fe, Zn) y una concentración importante de microorganismos benéficos, así como sustancias bio-activas (ácidos húmicos, fúlvicos y hormonas vegetales), además de ayudar al biocontrol de patógenos al fortalecer a la planta (Cocoon, s.f).

El uso de los productos previamente mencionados, entre otros, ha sido ampliamente empleado para el manejo de la fertilidad en sistemas de cultivos denominados huertas urbanas. Las huertas urbanas son espacios de cultivo en las ciudades que no sólo han surgido para embellecer y enverdecer los paisajes de cemento, sino que se enfocan principalmente a la producción limpia de alimentos, pues buscan suplir las necesidades alimentarias básicas de la población rural, especialmente de aquellos que se encuentran en contextos vulnerables y/o de crisis económica (Navarrete, 2016).

Cortés (2016), afirma que gracias al programa de Agricultura Urbana, en cabeza del Jardín Botánico de Bogotá (JBB), actualmente existen en la ciudad más de 300 huertas familiares y comunitarias y que en este proceso de acompañamiento por parte del JBB, se han capacitado alrededor de 55.000 personas e incluso implementado unas 19 investigaciones por el equipo del JBB. Siguiendo por la misma línea, de acuerdo a Navarrete (2016) “en Bogotá hay cada vez más huertas urbanas. Ellas producen alimentos sanos y fomentan la conciencia ambiental” (párrafo 3), pues en la ciudad actualmente la agricultura urbana se practica con fines alimentarios, educativos, ambientales, recreativos e incluso terapéuticos, así como para generar espacios de reconciliación al favorecer cercanía entre las comunidades, como un programa incluyente que también mitiga los efectos del cambio climático.

Prueba de esto se observa en la diversidad de espacios que han sido adaptados en la ciudad como huertas urbanas (techos, jardines, ventanales, paredes, etc), de cultivos (hortalizas, aromáticas, frutales, girasoles, etc), así como de personas involucradas en este tipos de procesos (madres o padres cabeza de hogar, familias enteras, niños, discapacitados, ancianos, entre otros). Mostrando de esta forma que además de ofrecer independencia alimentaria, la agricultura urbana

fomenta el bienestar del individuo y es una herramienta para la reconstrucción del tejido social (Navarrete, 2016), da la posibilidad de mantener su tradición cultural al campesino (Leandro, 2013), e incluso puede generar excedentes para el intercambio y la comercialización (Cortes, 2016).

Sin embargo, de acuerdo a García (2015) “es importante recalcar que actualmente los temas relativos a la sostenibilidad, muestran un vacío en cuanto a la poca comprensión y apropiación real de que hay de los mismos por la población” (p. 57). Frente a esto, se considera que involucrar a la población con su participación activa en el diseño, implementación, mantenimiento y cuidado de huertas urbanas puede generar un impacto positivo en ellos, logrando que se adueñen del proceso y tomen parte de su responsabilidad social y ambiental.

Buscando seleccionar las condiciones más favorables (tipo de biofertilizante y dosis del mismo) para cada especie de planta, se diseñó un experimento que permitió comparar el efecto de dos biofertilizantes, uno líquido a base de humus de lombriz y otro sólido a base de micorrizas, sobre el crecimiento y germinación de dos especies vegetales de alto consumo en la ciudad de Bogotá, arveja (*Pisum sativum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). Lo anterior con la finalidad de poder aplicar los resultados obtenidos como recomendaciones de fertilización biológica, dentro del plan de manejo para la creación de huertas orgánicas al interior de la Fundación Universitaria Horizonte en la ciudad de Bogotá, ya que la responsabilidad social y ambiental empresarial enmarca los procesos de UniHorizonte y se ha observado un alto compromiso de la comunidad universitaria en este proyecto.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

A. ESPECIES DE ESTUDIO Y BIOFERTILIZANTES

Para este estudio de germinación y crecimiento inicial bajo el efecto de biofertilizantes se seleccionaron semillas certificadas de las especies *Phaseolus vulgaris* (frijol) y *Pisum sativum* (arveja), debido a que estos son los dos principales cultivos de leguminosas en Colombia (DANE, 2015). Por cada uno de los tratamientos y controles se emplearon réplicas de cinco (5) semillas para un total de 35 semillas de cada especie.

Para las pruebas se seleccionaron dos biofertilizantes, uno de en presentación líquida y otro de presentación sólida. Como biofertilizante líquido se empleó humus

de lombriz obtenido del proceso de lombricompostaje realizado en los invernaderos de la Facultad de agronomía de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá. En tanto, como biofertilizante sólido se empleó el producto comercial Micorrizar®, el cual consta de un mix a base de esporas de hongos de las especies *Glomus sp.*, *Acaulospora sp.*, *Enterospora sp.* y *Gigaspora sp.*

El suelo empleado fue obtenido de un vivero reconocido garantizando su calidad para el proceso de la presente investigación.

B. INSTALACIONES Y EQUIPOS

La preparación de los biofertilizantes, la siembra en semillero y las observaciones periódicas de germinación y crecimiento se realizaron en las instalaciones del laboratorio de física y química de la Fundación Universitaria Horizonte. En tanto, el proceso de secado de las plántulas hasta peso constante y la medición del mismo se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia.

Como equipos se emplearon balanza semianalítica, horno botánico y cámaras fotográficas.

C. TRATAMIENTOS

Buscando seleccionar las condiciones más favorables (tipo de biofertilizante y dosis del mismo) para cada especie se plantearon los siguientes tratamientos (Tabla 1).

Las dosis para cada uno de los biofertilizantes se seleccionaron teniendo en cuenta las recomendaciones hechas por expertos (para el caso del humus) y por la casa comercial (Micorrizar®).

TABLA I.

TRATAMIENTOS REALIZADOS DURANTE EL ESTUDIO

BIOFERTILIZANTE/ CONTROL	DOSIS	ESPECIE (CANTIDAD DE PLANTAS)	
		ARVEJA (UND)	FRÍJOL (UND)
HUMUS	2%	5	5
	5%	5	5
	10%	5	5
MICORRIZAS	1%	5	5
	3%	5	5
	9%	5	5
CONTROL NEG.	-	5	5

FUENTE: DISEÑO PROPIO

Las semillas fueron revisadas respecto a sus características físicas antes de ser sembradas en el suelo o sustrato de mezcla (suelo y Micorrizar®) para verificar que no se encontraban podridas o alteradas estructuralmente y podían hacer parte del ensayo.

D. PREPARACIÓN DE LOS BIOFERTILIZANTES Y LOS TRATAMIENTOS

Preparación del biofertilizante Humus

Para preparar el humus en las concentraciones 2%, 5% y 10% (v/v) para aplicar al suelo se realizaron los cálculos de cada caso como sigue:

1. Para la preparación de humus en primer lugar se determinó la cantidad de solución a preparar de esta concentración, conociendo que por cada panal del semillero se debían colocar 10 mL de la misma.

2. Posteriormente se aplicó la fórmula 1:

$$\text{mL de humus} = (\text{mL totales de la solución a preparar} * \% \text{ a preparar}) / 100\%$$

Fórmula 1.

3. Se tomó con la jeringa la cantidad de humus a aplicar y se completó con el agua restante para cada concentración.

4. Se marcaron las tres soluciones preparadas de acuerdo a la concentración correspondiente y se reservaron hasta su uso.

Preparación del biofertilizante Micorrizar®

La micorriza se preparó mezclando el producto comercial con suelo para ser empleada en proporciones de 1%, 3% y 9% (p/p) para la siembra de las semillas de las dos especies. Para esto se realizaron los cálculos de cada caso como sigue:

1. Para la preparación del suelo con micorrizas en primer lugar se determinó la cantidad de suelo y producto comercial de micorrizas que se requiere preparar de cada concentración, conociendo que por cada panal del semillero se deben tener mínimo 60 g de sustrato (suelo más Micorrizar®)

2. Posteriormente se aplicó la fórmula 2:

$$\text{g de producto micorrizar®} = (\text{g totales de sustrato a preparar} * \% \text{ a preparar}) / 100\%$$

Fórmula 2.

3. Se pesó la cantidad de Micorrizar® a aplicar y se completó con el suelo restante para cada proporción.

4. Se marcaron las tres concentraciones de sustrato preparados de acuerdo a la concentración correspondiente y se reservaron hasta su uso.

Preparación del semillero y siembra

El semillero fue lavado y desinfectado por aspersión con alcohol etílico al 70% antes de iniciar las pruebas. El alcohol se dejó evaporar y se procedió a distribuir los tratamientos en el semillero al azar y marcar cada panel según correspondiera.

Los paneles correspondientes a tratamientos con humus y para aquellos correspondientes a controles, se llenaron con aproximadamente 60 g de suelo. En tanto, los tratamientos en los cuales se empleó micorrizas, cada panel se llenó con 60 g de la mezcla o sustrato correspondiente a cada concentración.

Se colocó cuidadosamente en cada panel una semilla de la especie correspondiente al tratamiento con el cual el panel se encontraba marcado y se cubrió con suelo o sustrato. Posteriormente, los tratamientos con humus se regaron con 10 mL de la concentración respectiva, mientras que los tratamientos con micorrizas y los controles se regaron con 10 mL de agua potable. Finalmente, se ubicó el semillero en un lugar seguro y fresco ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ y $60 \pm 4\%$ de Humedad relativa).

E. RECOLECCIÓN Y TOMA DE DATOS

Las plantas se revisaron cada dos días durante 20 días para registrar y fotografiar cambios que se presentaran en las plántulas tanto de arveja como de frijol. Las variables medidas fueron: tamaño de la plántula (durante todo el experimento), tamaño de la raíz (sólo al final del estudio) y peso seco (solo al final del estudio); aunque también se observaron otras características de las plántulas como color y número de hojas, pero estos datos no se tuvieron en cuenta para los análisis. Si el sustrato/suelo se observaba reseco se regaba con agua potable hasta que estuviera húmedo.

Una vez se concluyó el experimento cada plántula se sacó del semillero cuidadosamente, se midió su parte vegetativa (tallos) y su raíz completas. Cada planta se depositó en una bolsa de papel debidamente marcada con el individuo que contenía y se llevó a secado en horno botánico a 35°C hasta peso constante, para finalmente registrar dicha cantidad, pues a partir de ella se estableció el rendimiento de las siembras.

F. ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

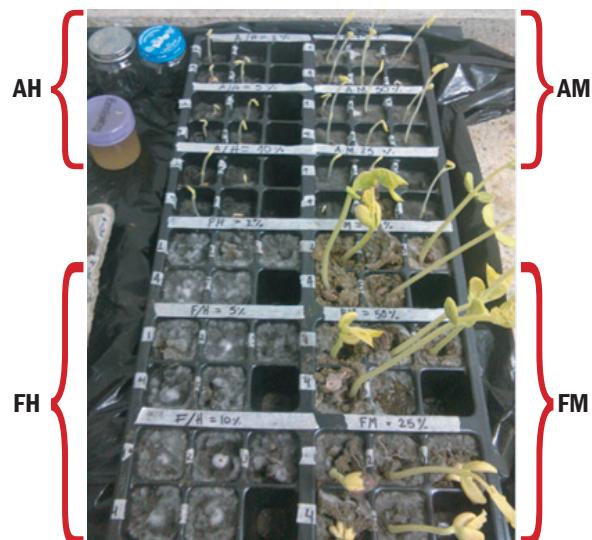
Para la selección del tipo de biofertilizante y dosis con mejores resultados para cada especie se tuvieron en cuenta tanto para el control negativo como para los tratamientos (Micorizar® y humus), en los tres niveles

de cada tratamiento (dosis), las variables: longitud de la parte aérea (cm), durante los 20 días de mediciones y los datos del crecimiento de la raíz y el peso seco de las plántulas obtenidos al final del estudio.

El diseño experimental utilizado en el proceso de evaluación del estudio, fue un ANOVA de dos vías, formando un arreglo experimental de 2×3 (2 Fertilizantes X 3 Dosis). También se llevó a cabo un ANOVA de una vía para comparar cada fertilizante respecto al control. Luego de realizar el ANOVA de dos vías se efectuó la prueba de Tukey para saber entre que fertilizantes y/o dosis se presentaron diferencias significativas.

III. RESULTADOS

El tratamiento con humus en todas las concentraciones afectó negativamente a las plantas de frijol, pues ninguna de ellas creció en presencia de este biofertilizante (FH). En tanto, especialmente al inicio de las observaciones, se tuvo un efecto positivo de las diferentes concentraciones de micorriza (FM) en el crecimiento de esta planta como se observa en la figura 1.



Fuente: propia

Figura 1. Crecimiento de frijol (F) y arveja (A) al inicio del experimento en presencia de diferentes concentraciones de Humus (H) y Micorriza (M)

Por otra parte, aunque no se observó un efecto tan marcado como el observado en las plantas de frijol, en la Figura 1 también es posible notar que las plantas de arveja presentan un mayor crecimiento inicial en

presencia de micorriza en relación con los tratamientos de humus líquido.

Además, aunque durante los primeros días del experimento el crecimiento de las plantas de arveja fue más lento que el del frijol, en las últimas observaciones las plantas de arveja, tanto en presencia de humus como de micorriza presentaron un mayor crecimiento en todos los casos (Figura 2).

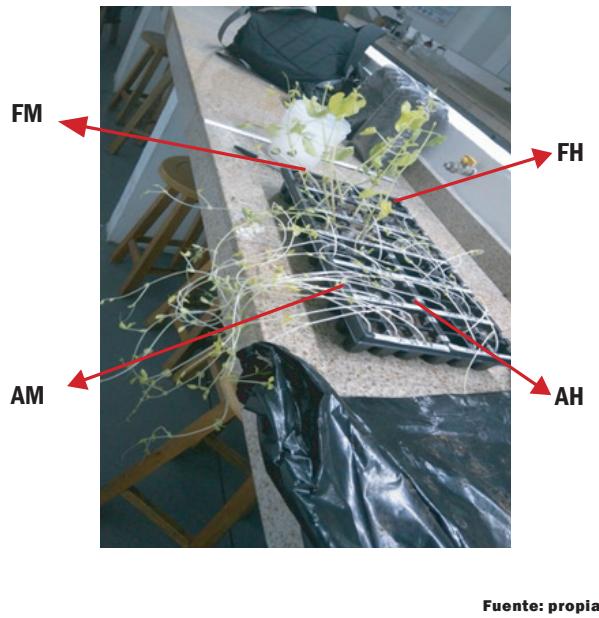
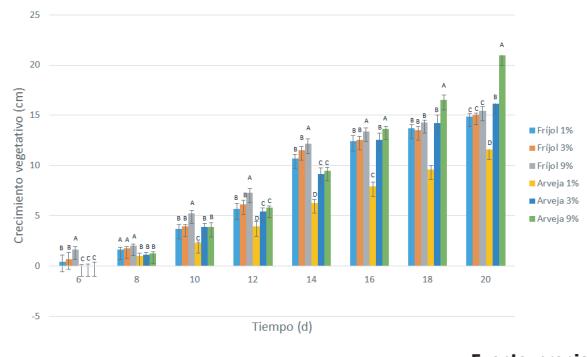


Figura 2. Crecimiento de frijol (F) y arveja (A) al final de las observaciones del experimento en presencia de diferentes concentraciones de Humus (H) y Micorriza (M).

Esta tendencia del crecimiento de las dos especies de plantas en presencia del fertilizante Micorizar® se puede observar en la Figura 3, en la cual es posible notar principalmente tres aspectos relevantes: en primer lugar, en los días 18 y 20 del ensayo no se observan diferencias significativas en el crecimiento del frijol en presencia de las tres concentraciones de micorriza, en tanto que, se encontraron diferencias significativas en cuanto al crecimiento de la arveja de acuerdo con la dosis de micorriza empleada (tratamiento), siendo siempre superior en las plantas de arveja que tuvieron en su sustrato de siembra la mayor dosis de micorrizas (9%). En segunda instancia, es posible notar que durante todo el tiempo del experimento, la dosis de 1% de micorriza no favoreció el crecimiento de las plantas de arveja. Finalmente, se observa que hacia el día 14 las dos especies mostraron el incremento de longitud más significativo en su parte vegetativa, en presencia de micorrizas.



*Letras diferentes implican diferencias significativas entre los tratamientos para un tiempo determinado.

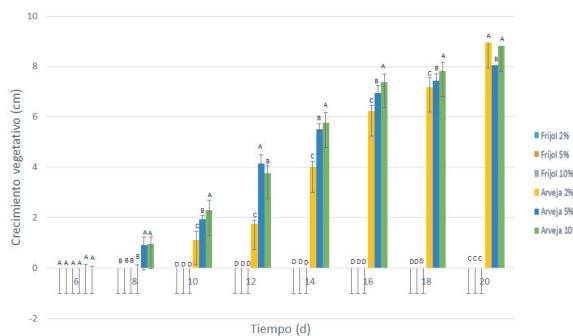
Figura 3. Crecimiento de la parte vegetativa de arveja y frijol en presencia de tres dosis diferentes de Micorriza.

Por otra parte, al evaluar el crecimiento de las dos especies vegetales en presencia de las tres dosis de humus líquido, como se mencionó previamente, se encontró un efecto negativo de este biofertilizante sobre las plantas de frijol, pues aún en concentraciones tan bajas como 1%, las semillas no germinaron. Respecto a las plantas de arveja, estas mostraron como tendencia general en el tiempo, un mayor crecimiento de su parte vegetativa cuando se encontraban en presencia de la dosis más alta de humus líquido (Figura 4), aunque para el día 20 no se vieron diferencias significativas entre 2% y 10% de humus, para esta especie.

Sin embargo, si se contrastan las longitudes de los tallos que se muestran en las figuras 3 y 4, son claras las diferencias en cuanto a los efectos de los dos biofertilizantes. Mientras que en presencia de micorrizas, el menor crecimiento de las plantas de arveja fue de 12 cm en 1%, en presencia de humus la máxima altura alcanzada por las plantas de arveja fue 9,7 cm (2%).

Lo anterior, permite afirmar que tanto las plantas de frijol como de arveja muestran un mayor crecimiento vegetativo en presencia de micorriza y se ven favorecidas por su presencia en el sustrato de germinación y crecimiento inicial.

Dicho efecto, se evidenció también al medir las raíces de las plántulas (Tabla 1). A pesar que se observó efecto significativo del largo de las raíces de frijol en presencia de micorrizas, en todas las concentraciones respecto al control; no se observa un efecto diferencial entre las concentraciones del mismo tratamiento.



Fuente: propia

*Letras diferentes implican diferencias significativas entre los tratamientos para un tiempo determinado.

Figura 4. Crecimiento de la parte vegetativa de arveja y frijol en presencia de tres dosis diferentes de humus líquido.

Por otra parte, En los tratamientos en los cuales se evaluó arveja, tanto con humus líquido como con micorrizas, se observó que a mayor concentración del fertilizante las plantas mostraban un mayor crecimiento radicular, siendo este superior en presencia de micorrizas respecto al humus líquido.

Tabla 1.

Efecto de los biofertilizantes evaluados sobre el crecimiento radicular de arveja y frijol.

Biofertilizante	Longitud de la Raíz día 20 (cm)							
	Frijol				Arveja			
	Ctr	2%	5%	10%	Ctr	2%	5%	10%
Humus	4.9A	0B	0B	0B	4.3A	5.3B	6.2C	10D
Micorriza	Ctr	1%	3%	9%	Ctr	2%	5%	10%
	4.7A	5.2B	5.7B	5.4B	4.8A	8.6B	9.9C	13.2D

Fuente: propia

*Letras diferentes implican diferencias significativas entre los tratamientos para un tiempo determinado.

Sin embargo, el efecto entre las dosis de fertilizantes no fue tan notorio al medir el peso seco de las plántulas tras 20 días de siembra (Tabla 2). Por ejemplo, en contraste a las variables de longitud evaluadas previamente, las plantas de frijol en presencia de micorriza no mostraron diferencias en cuanto a peso con relación al biofertilizante.

Las plantas de arveja tanto con humus como con micorrizas, si mostraron diferencias en peso seco al compararlas con sus respectivos controles negativos, más no entre las dosis para cada biofertilizante.

Tabla 2.

Peso seco alcanzado por las plántulas de arveja y frijol tras 20 días de siembra, en presencia de los biofertilizantes

Biofertilizante	Peso seco (g) día 20							
	Frijol				Arveja			
	Ctr	2%	5%	10%	Ctr	2%	5%	10%
Humus	2.5A	0B	0B	0B	2.0A	3.4B	3.6BC	3.8C
Micorriza	Ctr	1%	3%	9%	Ctr	2%	5%	10%
	2.6A	3.2A	3.1A	3.2A	2.4A	3.8B	3.8B	4.0B

Fuente: propia

*Letras diferentes implican diferencias significativas entre los tratamientos para un tiempo determinado.

IV. DISCUSIÓN

El nitrógeno y el fósforo son considerados dos de los elementos que más influyen en la producción de los cultivos (Urquiaga, Bruno, Robert, & Neves, 1998). Sin embargo, la utilización de estos nutrientes en forma química está limitado fundamentalmente por su alto costo y la incompatibilidad de estos con la conservación del medio ambiente, razones por las cuales, se utilizan alternativas sustentables capaces de mantener los niveles productivos y su calidad sin dañar los agroecosistemas (González, Núñez & Barceló, 2012).

Los Biofertilizantes se desarrollaron como una alternativa al uso de fertilizantes químicos en la agricultura nacional, orientado al empleo de inoculantes a base de microorganismos (hongos, bacterias, algas, etc.) y organismos (lombrices) o las sustancias que estos producen como parte de su metabolismo normal, los cuales son benéficos para el suelo y favorecen la nutrición y desarrollo de las plantas cultivadas. En un principio el enfoque fue generar tecnologías más amigables con el medio ambiente, disminuyendo la aplicación de productos químicos; aunque actualmente otro factor clave en la implementación y uso de los biofertilizantes radica en los altos costos de fertilizantes químicos han obligado a los productores a reducir el uso de productos químicos y buscar otras alternativas de nutrición para sus cultivos.

Para el caso de este experimento, se encontró que la aplicación de micorrizas en concentraciones 1, 3 y 9% al suelo surtió efectos positivos en el crecimiento de frijol y arveja, siendo mayor el efecto de este biofertilizante en estas especies a medida que se incrementa la dosis del mismo y siendo más notorio dicho efecto en el crecimiento de la arveja, respecto al frijol.

Lo anterior se debe a que de acuerdo con la revisión realizada Guzmán-Plazola & Ferrera (1993), la mayoría

de las leguminosas son capaces de formar simbiosis con hongos tipo ectomicorrizas (micorrizas externas a la raíz) lo que les permite tener una mejor adaptabilidad a suelos con diversas condiciones dado que estos hongos ayudan a mantener una absorción efectiva de nutrientes y agua del suelo, jugando un papel importante en la captación del fósforo y otros microelementos (Azcón, 1998).

Así mismo, de acuerdo a David (Citado por Galindo, 2008), las leguminosas hortenses como aquellas que tienen vaina, requieren niveles mayores de fertilizantes, e incluso pueden requerir hasta de un 50% más de fertilizantes si son cultivos asociados (por ejemplo, maíz y frijol). Es así como la aplicación de micorrizas al suelo para estos cultivos es muy beneficiosa en términos de mejorar la nutrición vegetal, ya que la asociación micorrícica favorece la obtención de nutrientes disponibles en el suelo o sustrato de siembra sin necesidad de aplicar fertilizantes químicos. Lo anterior se soporta en el hecho de que de acuerdo a estudios realizados a fósiles vegetales han revelado que en las plantas más antiguas conocidas se presentaba la asociación planta-micorriza, debido a que los suelos primitivos debían ser muy pobres y dicha asociación permitió a las plantas la colonización de los mismos de forma exitosa (Noda, 2009).

Resultados experimentales en otros cultivos demuestran la efectividad de esta simbiosis, como los alcanzados por Hernández & Hernández (1996), quienes al inocular semillas de soya variedad G7R-315, con la mezcla de la cepa de *Rhizobium japonicum* ICA 8001 y la cepa de hongo de micorriza de la especie *Glomus clarum* sin aplicación de fertilizante, obtuvieron una influencia positiva sobre el desarrollo vegetativo que provocó un incremento considerable del rendimiento del cultivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, es posible afirmar que a pesar que los resultados relacionados con peso seco obtenidos en este experimento, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, esto puede ser tomado como un efecto positivo, dado que aún en concentraciones bajas el rendimiento en peso del cultivo es mayor al control negativo, y probablemente, en evaluaciones posteriores a los 20 días, la mayor longitud radical, podría permitir una mejor absorción y búsqueda de nutrientes en el suelo. Sin embargo, el experimento fue planteado para monitorear condiciones iniciales y no cuenta con datos para afirmar que esto suceda de manera certera.

Es importante recalcar que los resultados obtenidos en este experimento se relacionan con otros obtenidos por García (2016), en diferentes regiones agrícolas del país, en los que se evaluó a nivel experimental la inoculación de semillas de diferentes cultivos agrícolas, encontrando un rendimiento 25% mayor, mejor calidad e incluso reducciones a la mitad del costo de producción por unidad de superficie, tanto en la arveja como en el frijol.

De acuerdo a Aguirre *et al.*, (s.f), investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México, se pueden biofertilizar con micorrizas directamente las semillas de cultivos de alto consumo como maíz, frijol, soya, sorgo, café, cítricos, mango, entre otros, pues se han visto incrementos significativos en cultivos micorrizados de frijol de alrededor del 22.1%, cebada (20,8%) y maíz (11,5%), por solo mencionar algunos.

El manejo de los biofertilizantes además, no es dispendioso ni requiere de mayores cuidados, aunque se realizan algunas recomendaciones al respecto como verificar la fecha de caducidad, almacenarlos en un lugar fresco y seco donde no se encuentre expuesto de forma directa a los rayos del sol (Aguirre *et al.*, s.f).

Teniendo en cuenta, que todos los parámetros monitoreados durante el estudio (largo del tallo, largo de la raíz y peso seco), mostraron diferencias significativas respecto a sus controles negativos para las dos plantas evaluadas en presencia de micorrizas, se considera que este biofertilizante puede ser empleado en huertas urbanas para favorecer la germinación y el crecimiento inicial de las dos especies.

V. CONCLUSIONES

- El biofertilizante que mostró los mejores resultados en cuanto a crecimiento tanto de arveja como de frijol fue micorriza, en una dosis de 9%, aunque la dosis de 3% también puede ser empleada en estos cultivos exitosamente.
- No se recomienda la aplicación de humus líquido en el cultivo de frijol, durante su etapa de germinación y crecimiento inicial, en concentraciones iguales o superiores al 2%, pues bajo las condiciones del experimento no permitió la germinación de esta especie, en tanto que no afectó negativamente a las plantas de arveja.

- Es importante la realización de ensayos en laboratorio que permitan a los estudiantes comprender la importancia de un diseño de experimentos adecuado y pertinente para evaluar el efecto de diversas variables así como la importancia de la biofertilización como herramienta de estudio en biotecnología verde y su aplicación en procesos de sostenibilidad y responsabilidad social que los involucre como parte activa y propositiva de una comunidad con conciencia del impacto ambiental generado que busca soluciones al mismo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria Horizonte por permitir y garantizar espacios académicos y físicos destinados para dar lugar a este proyecto de investigación.

Así mismo, resaltan el apoyo del profesor Jairo Cuervo de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo brindado en cuanto a recursos físicos e insumos para la culminación exitosa de este proyecto.

REFERENCIAS

- Aguirre, J.F., Irizar, M.B., Peña, Á., Durán, A., Grajeda, O.A., & Cruz, F.J. (s.f). *Micorriza Inifap®. Biofertilizante para la agricultura mejor nutrición mayor crecimiento de raíz*. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP): México. Recuperado de <http://www.inifap-nortecentro.gob.mx/files/noticias/micorriza.pdf>
- Arias, J.H., Renjifo, T. & Jaramillo, M. (2007). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPM) en la producción de frijol voluble*. Medellín, Colombia: Food Agricultural Organization.
- Azcón, R. (1998). *Significado de la simbiosis Rhizobium-hongo formador de la micorrizas en el desarrollo vegetal y su aplicabilidad en una agricultura sostenible*. XIX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Memorias. Maturín-Monagas, Venezuela, 122-123 pp.
- Centro internacional de Agricultura Tropical (CIAT) (s.f). *Manejo agronómico del frijol. Cartilla. 1*. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/MANEJO_AGRONOMICO_DE_FRIJOL-CARTILLA_1-004.pdf
- Cocoon. (s.f). *Humus líquido de lombriz*. Ficha técnica. Recuperado de <http://cocoonhumus.com/wp-content/uploads/2015/08/Ficha-Tecnica-Cocoonhumus-Humus-Liquido.pdf>
- Cortes, J. (2016). *Más de 300 huertas familiares y comunitarias funcionan en Bogotá*. Alcaldía mayor de Bogotá. Recuperado de <http://www.bogota.gov.co/article/temas-de-ciudad/ambiente/desarrollo-economico/300-huertas-familiares-funcionan-en-bogota>
- Departamento Nacional de Estadística (DANE). (2015). *El cultivo de la arveja en Colombia. Boletín mensual Insumos y Factores asociados a la producción agropecuaria*. Número 33. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos31_mar_2015.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). *Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA - cuadros de salida ENA, 2013*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria>
- Galindo, P. (2008). *Comparación de efecto de inoculación con micorrizas vesículo-arbusculares nativas y comerciales en plantas de frijol (*Vigna unguiculata (L.) WALP*)* (Tesis de Maestría). Universidad de Zulia, República bolivariana de Venezuela.
- García, L.A. (2015). Evaluación del antagonismo de cepas de *Trichoderma spp.* frente a cepas de *Fusarium spp* y *Colletotrichum spp* aisladas de cultivos orgánicos de sábila (*Aloe vera*) y Arándano (*Vaccinium corimbosum*). *Revista TECKNE*, 13(1):55-66
- García, L.A. (2016). Laboratorio de biotecnología. Práctica No. 1. *Comparación Del Efecto De Dos Biofertilizantes Sobre El Crecimiento De Maíz (Zea Mays) Y Frijol (Phaseolus Vulgaris)*. Fundación universitaria Horizonte, Colombia.
- González, R.L., Núñez, D.B. & Barceló, R. (2012). Efecto de la aplicación de *Rhizobium* y Mycorrizas en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L*) variedad CC-25-9 negro. *Centro Agrícola*, 39(4): 17-20
- Guzmán-Plazola, R.A. & Ferrera, R. (1993). *La endomicorriza vesículo arbuscular en las leguminosas*, 14 – 23 pp.
- Hernández, A. & Hernández, A.N. (1996). Efecto de la interacción *Rhizobium-MA* en el cultivo de la soya (*Glycine max (L.)*). *Cultivos Tropicales*, 17(1): 5-7

- Leandro, A.V. (2013). *La agricultura urbana en Bogotá: como llegar a obtener un modelo de negocio* (Tesis de pregrado). Universidad Escuela de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Colombia.
- Manual de Lombricultura. (2010). Recuperado de <http://www.manualdelombricultura.com/foro/mensajes/22388.html>
- Navarrete, M.A. (2016). *Tres huertas urbanas en Bogotá, la gran ciudad siembra. Revista del Goethe –Institut Kolumbien*. Recuperado de <https://www.goethe.de/ins/co/es/kul/mag/20872601.html>
- Noda, Y. (2009). Las micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. *Pastos y forrajes*. 32(2). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200001
- Reyes, C.R. (2014, 21 de enero). *Micorrizas, aliados de la fertilización. Panorama agropecuario*. Recuperado de <http://panorama-agro.com/?p=887>
- Trujillo, A. (2010). Uso de biofertilizantes para mejorar la rentabilidad del cultivo de maíz, bajo condiciones de temporal, en el estado de Morelos. *Fertilización y economía*. México. 582-589 p
- Urquiaga, S., Bruno, J.R., Robert, M. & Neves, M.P. (1998). *Importancia del papel de la FBN en el desarrollo agrícola de América Latina y El Caribe*. XIX Reunión Latinoamericana de Rhizobiología. Memorias. Maturín-Monagas, Venezuela, 50-59 pp. .

AUTORES

Billy Yilmar Rojas Peña. Estudiante del Técnico profesional en procesos ambientales de la Fundación Universitaria Horizonte (*e-mail:brpyilmar707@gmail.com*).

Jhonatan Rueda Ruiz. Estudiante del Técnico profesional en procesos ambientales de la Fundación Universitaria Horizonte (*e-mail: ruedaruizjhonathan@gmail.com*).

Edinson Rafael Barreno Romero. Estudiante del Técnico profesional en procesos ambientales de la Fundación Universitaria Horizonte (*e-mail: rafico8829@gmail.com*).

Luisa Alejandra García Galindo. Bióloga y microbióloga Industrial con Maestría en Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como docente e investigadora de la Fundación Universitaria Horizonte y la Universidad Militar Nueva Granada, en Bogotá; así como asesora en investigación y desarrollo de la empresa Agrobiológicos Planta S.A.S. en Villavicencio, Meta. (*e-mail:garcia_luisa@unihorizonte.edu.co*).

Recibido el 21 de Septiembre de 2016.

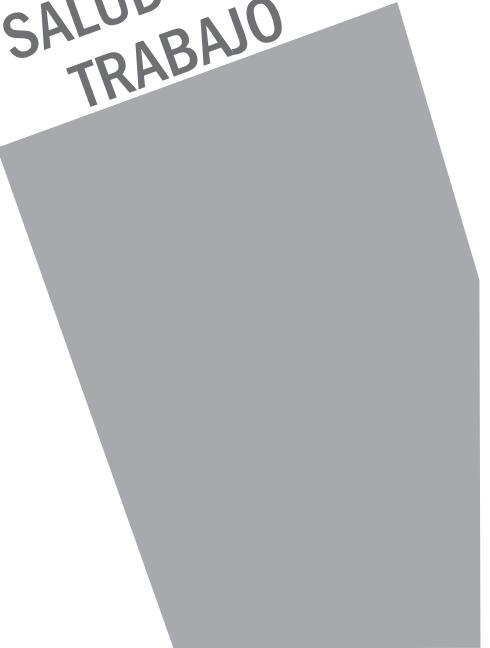
Aceptado el 30 de Octubre de 2016.

Publicado el 15 de Diciembre de 2016.

Citar este artículo como:

Rojas-Peña, B.Y., Rueda-Ruiz, J., Barreno-Romero, E.R. & García-Galindo, L.A. (2016). Comparación del efecto de dos biofertilizantes sobre la germinación y el crecimiento inicial de arveja (*Pisum sativum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Revista TECKNE*, 14(2), 8-17

EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EN LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE CON MATERIAL PARTICULADO PRODUCIDO POR LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS EN LOS MUNICIPIOS DE LA SUBREGIÓN CENTRO DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

ANALYSIS OF THE AIR POLLUTION WITH PARTICULATE MATERIAL PRODUCED BY BRICK MAKING IN THE MUNICIPALITIES OF THE CENTRAL SUBREGION OF MAGDALENA'S DEPARTMENT

K.M. Meza Castro¹, A. Rudas Muñoz¹ y M.A. Toncel Mendoza¹

¹ Fundación Universitaria del Área Andina, Valledupar, Colombia.

RESUMEN

En los municipios que conforman la subregión centro del departamento del Magdalena se encuentran numerosas explotaciones de arcilla para la fabricación de ladrillos, siendo esta actividad, una fuente de contaminación del aire, puesto que durante el proceso de cocción de los ladrillos se emplean maderas como combustible, generando la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. Se encontró que en la subregión, el proceso de fabricación es completamente artesanal y que estas explotaciones son realizadas por personas con poca escolaridad, quienes dependen económicamente de la elaboración de ladrillos, lo que contribuye a un desconocimiento de buenas prácticas mineras y ambientales. Para la obtención de datos, se realizó el monitoreo de partículas suspendidas totales (PST) en el casco urbano del municipio de Ariguani, desde el 1 de Marzo hasta el 16 de Abril de 2016, tomando muestras día de por medio con ayuda de un equipo Hi-Vol. Se obtuvo un total de 19 muestras, las cuales fueron analizadas por gravimetría. Así mismo, se utilizaron datos obtenidos de un muestreo realizado en el corregimiento de Pueblo Nuevo, logrando establecer que a pesar que las concentraciones de material particulado no sobrepasan los límites establecidos por la resolución 610 de 2010, si existen riesgos para los trabajadores y comunidad circundante, al contar estas industrias con un control prácticamente nulo. Adicionalmente, gracias a este estudio fue posible determinar que en el área evaluada, anualmente se están consumiendo 0.4 hectáreas de Bosque Húmedo Natural Secundario por horno, y que los ladrillos que se producen en las ladrilleras del sector no cumplen con la resistencia mínima a la compresión según la Norma Técnica Colombiana NTC 4205.

PALABRAS CLAVE: Calidad del aire, ladrillos, partículas suspendidas totales (PST).

ABSTRACT

In the municipalities of the central subregion of Magdalena's department there are numerous clay farms used for the manufacture of bricks, making of this activity a source of air pollution, since during the cooking process of the bricks wood is used as fuel, which generate polluting gases emission to the atmosphere. It was found that in the subregion, the manufacturing process is completely handmade and also that the work is carried out by people with little schooling, who depend economically on the elaboration of bricks, which contributes to a lack of good mining and environmental practices. To obtain data, total suspended particulate matter (TPS) was monitored in the urban area of the municipality of Ariguani, from March 1 to April 16, 2016, taking samples on a daily basis with the help of a Hi-Vol equipment. A total of 19 samples were obtained, and analyzed by gravimetry. Likewise, data obtained from a sampling carried out in the town of Pueblo Nuevo were used, finding that concentrations of particulate matter do not exceed the limits established by resolution 610 of 2010. Moreover, thanks to this study it was possible to determine that in the evaluated area 0.4 hectares of Secondary Natural Humid Forest are consumed per kiln per year, and that the bricks that are produced in the brickyards of the sector do not comply with the minimum resistance to compression according to Colombian Technical Standard NTC 4205.

KEYWORDS: Air quality, bricks, total suspended particles (TPS).

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire corresponde a la alteración de las características que naturalmente este gas y la atmósfera deben tener. Se origina a causa de la emisión de gases tóxicos en el ambiente, principalmente el anhídrido carbónico, generado en su mayoría por el conjunto de vehículos que usan motores de combustión, chimeneas de fábricas, quema de basuras; así como por la emisión de polvos industriales (cemento, yeso, concentrado de minerales), incendios forestales, erupciones volcánicas, entre otros (Mendiburu, 2003).

Estimados recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que más de 100 millones de personas en América Latina y el Caribe están expuestas a niveles de contaminantes del aire en exteriores que exceden los valores recomendados por la OMS (Korc, 2000).

Dados estos datos, se hace importante la realización de un monitoreo de la calidad del aire en aquellos lugares expuestos de una u otra forma a contaminantes atmosféricos. Dicho monitoreo se refiere al conjunto de metodologías diseñadas para muestrear, analizar y procesar de forma continua en un tiempo dado, las concentraciones de sustancias y/o contaminantes presentes en el aire en un lugar establecido (Martínez & Romieu, 1997).

En Colombia, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2010), a través de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las cuales son los entes encargados del monitoreo y de toma de decisiones en cuanto a calidad del aire se refiere, ha venido haciendo esfuerzos en pro de mejorar los mecanismos de prevención y control de la calidad del aire para las diferentes industrias y actividades involucradas en la emisión de material particulado a la atmósfera. Por esta razón, el Ministerio ha desarrollado normativas que brindan los lineamientos y recomendaciones necesarios para llevar a cabo el proceso de modelación de la calidad del aire y que permitan evaluar todas las fuentes fijas y móviles de contaminación atmosférica en el país. De acuerdo a Patro (2012), entre ellas encontramos:

- Resolución 909 de 2008, en la cual se encuentran las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.

- Resolución 0760 de 2010, por la cual se adopta el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.
- Resolución 610 de 2010, donde se escribe los niveles máximos permisibles para cada contaminante y se definen además, la concentración y tiempo de exposición.

Sin embargo, según el Plan de Desarrollo Departamental (2012), el departamento del Magdalena no se caracteriza por ser un departamento industrializado lo que implica que son muy pocas las fuentes fijas generadoras de emisiones de contaminantes a la atmósfera y por lo tanto el control sobre las mismas es escaso.

No obstante, existen algunas fuentes de interés como son los puertos carboníferos, las canteras y las fábricas de ladrillos artesanales. Estas últimas son de particular interés al ser las de mayor contaminación por el tipo de combustible que utilizan y por la inexistencia de sistemas de control o mitigación de emisiones. Estas fuentes son revisadas por la Red de Monitoreo del departamento del Magdalena, la cual cubre el área de influencia de los puertos exportadores de carbón ubicados en la zona costera entre el distrito de Santa Marta y el municipio de Ciénaga, (Corporación Autónoma Regional del Magdalena-CORPAMAG, 2012).

El presente estudio, buscó establecer la cantidad de ladrilleras presentes en la subregión centro del departamento del Magdalena y las emisiones generadas por las mismas, así como el efecto de dichas emisiones sobre la salud del aire y de las personas de la región, por medio de monitoreos periódicos durante los meses de marzo y abril de 2016, bajo las normas establecidas por la legislación Colombiana.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

A. MUESTREO

Se realizó el monitoreo de partículas suspendidas totales (PST) en el casco urbano del municipio e Ariguani, ubicado en el centro del Departamento del Magdalena. Con este fin, se instaló un andamio a la salida del municipio, sobre el cual se colocó un muestreador de Alto Volumen (*Hi-Vol*) marca TISCH, Ref. TE-5000.

Se seleccionó este lugar debido a que allí, se encuentra

una de las ladrilleras con mayor número de quemas en un mes. Las muestras se recolectaron con el TISCH, el cual succiona una cantidad de aire ambiente hacia una caja de muestreo a través de un filtro de fibra de vidrio de 8x10 pulgadas, durante un periodo de 24 horas. Las muestras se obtuvieron durante el periodo comprendido entre el 1 de Marzo hasta el 16 de Abril de 2016 y se analizaron por gravimetría, para la determinación de la masa final y así obtener la concentración diaria de PST.

Adicionalmente, en el corregimiento de Pueblo Nuevo, la empresa Petróleos Sudamericanos Energy, realizó un monitoreo durante el mes de Octubre del año 2015, cuyos resultados también fueron tenidos en cuenta en esta investigación (Laboratorios Daphnia LTDA, 2015).

B. ANÁLISIS DE CONCENTRACIÓN DE PST

Los filtros fueron pesados (después de equilibrar la humedad) antes y después de usarlos, para determinar el peso neto ganado. El volumen total de aire muestreado, corregido a las condiciones estándar (25°C, 760mmHg), se determinó a partir de la velocidad de flujo de medida y el tiempo de muestreo. La concentración total de partículas suspendidas en el aire se calculó como la masa de partículas recolectadas, dividida por el volumen de aire muestreado, corregida de acuerdo con las condiciones estándar y expresadas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ estándar.

C. CARACTERIZACIÓN TÉCNICA DE LAS LADRILLERAS

Se diligenció un formato en el cual se establecieron los combustibles utilizados en la cocción de los ladrillos y su origen, además de los ciclos de cocción y los procedimientos en general utilizados en la fabricación de los mismos.

Adicionalmente, a través de visitas de campo se determinó el número total de ladrilleras en los municipios, y se estableció cuales no están legalmente constituidas.

D. MAPA DE COBERTURAS DE SUELO

Para la elaboración de este mapa se implementó la metodología CORINE LAND COVER, que permite describir, caracterizar, clasificar y comparar las características de la cobertura de la tierra, interpretadas a partir de la utilización de imágenes de satélite de resolución media (Landsat), para la construcción de mapas de cobertura a diferentes escalas (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, 2010) y finalmente para complementar se hizo la actualización con imágenes satelitales más recientes

con el fin de comparar y validar la información.

E. ESTIMACIÓN DE LA DISPERSIÓN

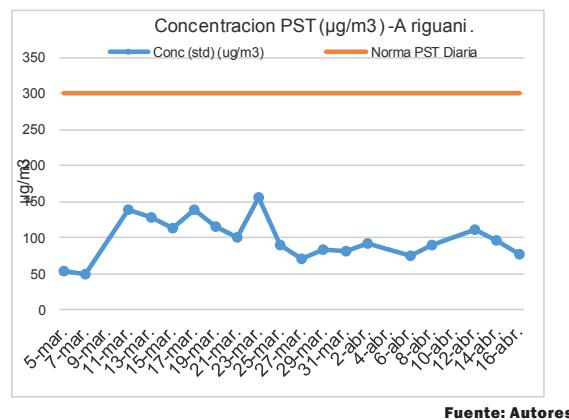
Para la realización de la simulación de la dispersión se utilizó el software Screen View, el cual usa el modelo Gaussiano de dispersión, que requiere factores de la fuente de emisión (rata de emisión, altura de la fuente, diámetro de la fuente, velocidad de salida de los gases, temperatura de salida de los gases y temperatura ambiente) y datos meteorológicos, los cuales se midieron en el municipio durante el tiempo de estudio, para evaluar la concentración de contaminantes emitidos por una fuente continua. Luego de esto, los resultados del modelo se usaron para realizar el mapa de dispersión del software ArcGIS.

III. RESULTADOS

A. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PST

La concentración de material particulado durante el tiempo evaluado se muestra en la Tabla 1, en la cual es posible observar que el día registrado con la tercera mayor concentración de PST fue el 17 de Marzo, que coincidió con el día cocción de la ladrillera cercana al equipo de muestreo, mientras que para los días 11 y 23 de marzo, en los que se presentaron las mayores concentraciones, no se reportaron hechos que correlacionaran dicho comportamiento.

Además, se puede observar en la figura 1 que las concentraciones obtenidas no sobrepasan los $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas, que es nivel máximo permisible según la resolución 610 de 2010, en tanto, que si se observa que en 8 de los 19 días monitoreados se presentan valores sobre el promedio anual que se reporta como $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 24 horas.



Fuente: Autores

Figura 1. Resultados PST en el municipio de Ariguaní.

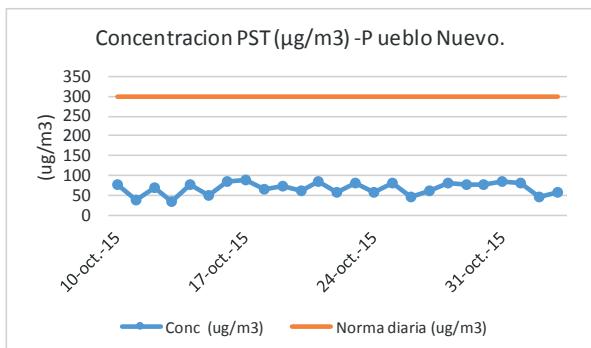
Tabla 1.

Resultados de concentraciones en el municipio de Ariguani.

FECHA	MASA INICIAL (G)	MASA FINAL (G)	MASA COLECTADA (G)	CONC (UG/M ³)
05/03/2016	2.7787	2.8716	0.0929	53.919
07/03/2016	2.7611	2.8459	0.0848	48.534
11/03/2016	2.7418	2.9867	0.2449	139.542
13/03/2016	2.7551	2.9781	0.223	128.632
15/03/2016	2.7632	2.9607	0.1975	113.970
17/03/2016	2.7525	2.9933	0.2408	139.373
19/03/2016	2.7645	2.9653	0.2008	116.018
21/03/2016	2.7519	2.9265	0.1746	101.061
23/03/2016	2.7441	3.0165	0.2724	156.133
25/03/2016	2.7490	2.9034	0.1544	89.365
27/03/2016	2.7523	2.8734	0.1211	70.586
29/03/2016	2.7570	2.9051	0.1481	84.567
31/03/2016	2.7532	2.8967	0.1435	82.427
02/04/2016	2.7379	2.8968	0.1589	91.197
06/04/2016	2.7456	2.8775	0.1319	75.983
08/04/2016	2.7563	2.9148	0.1585	90.749
12/04/2016	2.7504	2.9435	0.1931	112.075
14/04/2016	2.7558	2.9248	0.169	96.984
16/04/2016	2.7573	2.8907	0.1334	76.631

Fuente: Autores

Como resultado del monitoreo hecho por la empresa Petróleos Sudamericanos Energy en el corregimiento de Pueblo Nuevo se obtuvo la figura 2, en la que se observa que los niveles de concentraciones tampoco sobrepasa la norma diaria.



Fuente: Laboratorios Daphnia LTDA, 2015.

Figura 2. Resultados PST en el corregimiento de Pueblo Nuevo.

B. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

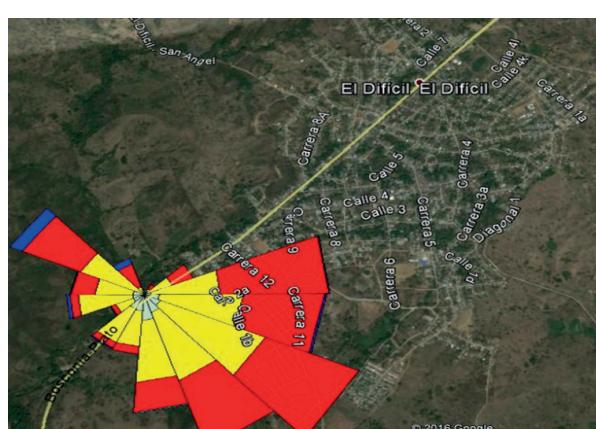
Durante el monitoreo de PST en el municipio de Ariguani, se midieron los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, Humedad Relativa y el comportamiento de los vientos. Estos datos, obtenidos de la estación operada por el IDEAM de nombre “El Difícil”, se muestran a continuación:

Temperatura: durante los meses de Marzo y Abril se presentó una temperatura promedio diaria de 30.7°C y 29.3°C respectivamente.

%Humedad Relativa: durante el monitoreo el promedio fue de 69%, debido a la cercanías con el Mar Caribe; aunque dichos valores se encontraron por debajo del promedio en la zona que oscila entre 74% y 84%.

Precipitación: durante el periodo del estudio se tuvo un promedio de 20mm, en los cinco días en los que hubo lluvias.

Comportamiento de los vientos: la fuerza del viento tuvo predominio en sentido sureste (15%), con velocidades entre 0,1 m/s y 4,4 m/s o superiores, presentándose a mayor razón las velocidades comprendidas entre 0,9 m/s y 2,4 m/s; en dirección noroeste, que representó en segunda instancia la mayor incidencia (10%), la velocidad del viento estuvo comprendida entre 0,1 m/s y 6,7 m/s. En las demás direcciones cardinales, la fuerza del viento fue inferior al 13%. En la figura 3 se puede observar este comportamiento de los vientos sobre el casco urbano del municipio.



Fuente: Autores

Figura 3. Vientos sobre el municipio de Ariguani.

C. CARACTERIZACIÓN DE LAS LADRILLERAS

Los resultados de las encuestas de campo realizadas a las ladrilleras ubicadas en el municipio de Ariguani, permiten evidenciar que el 77% de estas están localizadas en los terrenos de los propietarios, y el restante en terrenos alquilados. Adicionalmente, se observó que en ellas trabajan entre 3 y 4 personas, las cuales en su mayoría (más del 80%) tienen algún grado de familiaridad.

El proceso de realización de los ladrillos es 100% artesanal (figura 4), la extracción de la arcilla se realiza excavando manualmente con herramientas comunes como azadones y palas; la mezcla se hace *in situ* o cerca al yacimiento de arcilla, empleando en varias de ellas herramientas como palas y en otras con manos y pies. Una vez formados los ladrillos, lo cual generalmente se hace con moldes de madera u otros materiales, el proceso de secado se hace colocando un ladrillo encima del otro en forma vertical formando una muralla o tendidos en el suelo, y se dejándolos secar al aire libre.

Después de la cocción, la cual dura aproximadamente de 3 a 4 días, se esperan 3 días más a que disminuya la temperatura en el horno para sacar los ladrillos. Estos son almacenados al costado de los hornos en una estructura hecha en madera y cubierta con láminas de zinc y/o palma, hasta su posterior venta.

El 100% de las ladrilleras usan leña como combustible principal para la cocción de los ladrillos, esta es mayoritariamente obtenida de la compra a terceros. Solo en una de las 9 ladrilleras en un periodo corto de tiempo, la leña fue adquirida a la Concesionaria Yuma. El tipo de horno usado en todas las ladrilleras es el tipo Pampa, los cuales se constituyen en cuartos rectangulares descubiertos en la parte superior con puertas de salida y entrada a través de las cuales se extraen e introducen los materiales antes o después de la cocción (Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), 2011).

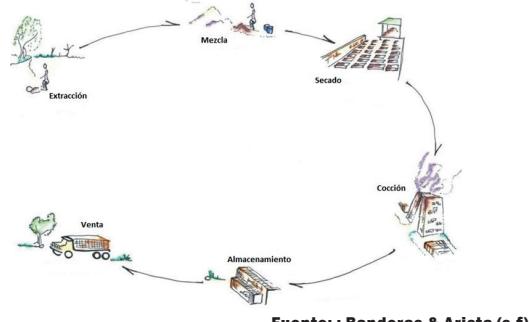
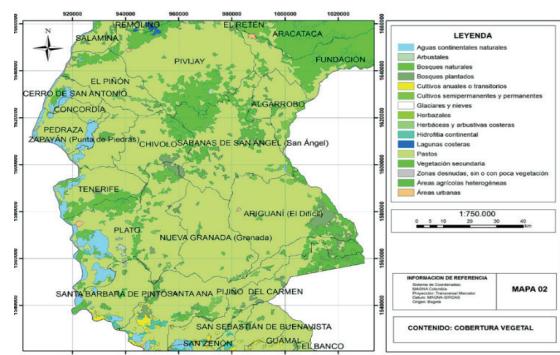


Figura 4. Ciclo de producción de ladrillos artesanales.

D. COBERTURA DEL SUELO

Se obtuvo que la mayor cobertura del suelo (figura 5) corresponde a la principal actividad económica de la región, pues el 76% de los suelos están cubiertos con pastos debido a la práctica de ganadería extensiva, a pesar que un porcentaje de esta área destinada a pasturas, por ley debería estar cubierta con otro tipo de vegetación. La vegetación secundaria ocupa un poco más de un 9% y los bosques naturales el 3.3%, mientras que las aguas continentales correspondientes a cuerpos de agua natural y reservorios construidos presenta una cobertura del 3.6%, siendo las áreas destinadas para la producción agrícola sólo de un 3.6%.

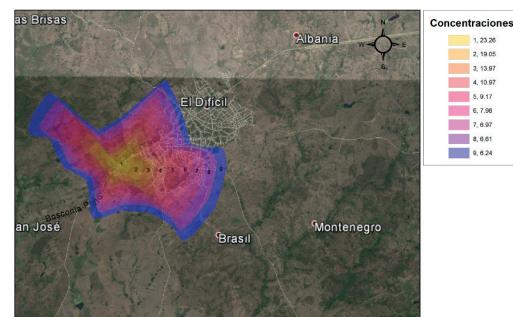


Fuente: IGAC. 2015

Figura 5. Mapa de cobertura vegetal, municipios de la subregión centro del departamento del Magdalena.

E. MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN

En la salida gráfica del software ArcGIS, se puede observar el comportamiento de la dispersión del material particulado en el municipio de Ariguani. Las dos primeras franjas de adentro hacia afuera (color amarillo), en la gráfica de la figura 6, corresponden a las áreas con mayores concentraciones, las cuales son las cercanas a nuestra fuente de emisión (ladrillera salida a Plato), y a medida que aumenta la distancia de la fuente de emisión disminuyen las concentraciones. También es posible analizar que la tendencia del desplazamiento del material particulado es en dirección Sur-Este.



Fuente: Autores

Figura 6. Mapa de dispersión de PST en el municipio de Ariguani.

Es importante mencionar, que las variables rata de emisión, velocidad y temperatura de salida de los gases, utilizadas para realizar la modelación de dispersión para esta investigación, fueron tomadas de investigaciones realizadas a ladrilleras artesanales de similares condiciones (Uribe & Suarez, 2009), pero en lugares distintos del área objeto de estudio, por lo tanto se consideraron todos aquellos aspectos que implican resultados imprecisos.

F. RESULTADOS ADICIONALES

Además de los resultados anteriormente descritos se revisaron dos aspectos claves en el proceso productivo de las ladrilleras, como lo son la resistencia mínima a la compresión de los ladrillos y la cubicación de la madera.

El ensayo de resistencia a la compresión simple de los ladrillos se realizó a las nueve ladrilleras identificadas en el municipio de Ariguani, tomando dos muestras por cada ladrillera. Con estas unidades experimentales fue posible determinar que la resistencia de los ladrillos, no supera los 2 MPa, siendo este valor muy bajo con respecto a los establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 4205, en la que se contempla que para las unidades de mampostería maciza (ladrillo), la resistencia mínima a la compresión debe ser de 10 MPa.

Por otro lado para determinar la cubicación de la madera, se tomaron los diámetros y longitudes de los rollos de madera aserrados que se emplean durante la cocción de los ladrillos. Para esta variable, la unidad de medida utilizada por los alfareros es “un burro de madera”, lo cual corresponde a 0,154 m³. Así mismo, se determinó que para la fabricación de 6800 ladrillos, que corresponde al promedio mensual de producción por horno en la región, se utilizan 1,8 m³ de madera/mes y en un año se utilizan aproximadamente 21,65 m³. Lo anterior, es equivalente al consumo de 0,4 hectáreas de bosque húmedo natural de tipo secundario, por horno. Las principales especies nativas que se utilizan en la subregión, como combustibles son los árboles de Carito (*Enterolobium cyclocarpum*), el árbol Camajón (*Sterculia apetata*) y el llamado gusanero (*Astronium graveolens*).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como resultado de esta investigación, se logró localizar en el municipio de Ariguani un total de 10 ladrilleras, de las cuales 9 se encuentran en funcionamiento, en tanto

que en el Municipio de Nueva Granada se localizaron un total de 15 hornos, ubicados todos en un mismo terreno; en el municipio de Chibolo se localizaron 3 ladrilleras y en el municipio de San Ángel, solo se encontró una ladrillera la cual ya no está en funcionamiento.

Estas ladrilleras artesanales, no están siendo reguladas y de hecho, si no se toman medidas en el asunto podrían convertirse en un problema no sólo social sino medio ambiental. Según la revisión hecha en el Sistema de Información Colombiano, se encontró que de las reportadas en este estudio, solo una ladrillera está legalmente constituida, y es la Ladrillera de La Costa, que se encuentra en el corregimiento de Pueblo Nuevo.

Así mismo, se observó que el 100% de las ladrilleras ubicadas en los municipios de Ariguani, Chibolo y Nueva Granada no usan maquinaria para la explotación de la arcilla, lo que demuestra que los procesos aún son de tipo artesanal. Esto reduce la productividad, convirtiendo el sector en un círculo vicioso en el cual no mejoran las condiciones socio económicas y por lo tanto, no se cuenta con recursos para invertir en tecnología.

Como si fuera poco, es importante recalcar que en los lugares muestreados, los trabajadores no poseen ningún tipo de elemento de protección personal. Esto representa un riesgo para su salud e integridad en la ejecución de las actividades, dado que al realizar la extracción de la materia prima para los ladrillos y su posterior transformación, están en contacto directo con minerales, dentro de los cuales, por sólo citar un ejemplo, se encuentra el Silice, el cual se ha comprobado que tienen incidencia sobre el cáncer de pulmón a causa de la exposición laboral (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2014).

Aunque bajo las condiciones de este estudio, se estableció, que tanto para el municipio de Ariguani, como para el corregimiento de Pueblo Nuevo, los valores de concentraciones obtenidos del monitoreo de PST, no sobrepasaron los límites diarios establecidos por la resolución 610 de 2010, para un periodo de muestreo de 24 horas, sería importante, continuar con el monitoreo constante de este y otros parámetros relacionados con la calidad de aire, puesto que existe la posibilidad de que las concentraciones a lo largo del año sobrepasen la norma, generando complicaciones crónicas en los trabajadores y en la comunidad circundante frecuente, que a la fecha no han sido evidenciado y/o reportados, como ya ha ocurrido en otros estudios (Ramírez, 2011).

Lo anterior, es aún más importante, si se tiene en cuenta que el comportamiento del material particulado en el ambiente guarda una estrecha relación con el comportamiento de los vientos, presentando una mayor incidencia en la dirección Sur-Este, afectando a la población vecina.

Por otra parte, al encontrar en este estudio que los bosques primarios naturales en el área de estudio representan menos del 4% del área, y en su reemplazo el territorio está cubierto de pasturas naturales, es claro que no existen suficientes barreras naturales o sumideros que impidan un mayor control de la contaminación ambiental del aire de manera natural.

REFERENCIAS

- Balderas, H & Arista, G. (s.f). *Análisis comparativos de ciclo de vida en procesos e insumos para construcción y vivienda*. Recuperado de [http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/CAHS/SS%20Arq%20Arista/Proyectos%20de%20Investigaci%C3%B3n/Conjuntos/Investigaci%C3%B3n/preliminar%20sobre%20adobe%20mechanizado%20\(tabitec\).%20ARJ%20AGGJ%20NHL.pdf](http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/CAHS/SS%20Arq%20Arista/Proyectos%20de%20Investigaci%C3%B3n/Conjuntos/Investigaci%C3%B3n/preliminar%20sobre%20adobe%20mechanizado%20(tabitec).%20ARJ%20AGGJ%20NHL.pdf)
- Corporación ambiental empresarial (CAEM). (2011). *Caracterización de los hornos usados en la industria ladrillera, proyecto Colombia. Programa eficiencia energética en ladrilleras artesanales (EELA)*. Recuperado de <http://www.caem.org.co/img/Hornos.pdf>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá D.C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
- Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2004). *Síntesis de la evidencia científica relativa al riesgo de sufrir cáncer de pulmón por la exposición laboral a sílice cristalina*. Madrid: Servicios de Ediciones y Publicaciones INSHT.
- Korc, M. (2000). *Situación de los Programas de Gestión de Calidad del Aire Urbano en América Latina y el Caribe*. (Centro panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente-OPS/CEPIS/99.15 (AIRE)). Recuperado del sitio de internet de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/267839428_Situacion_de_los_Programas_de_Gestion_de_Calidad_del_Aire_Urbano_en_America_Latina_y_el_Caribe
- Laboratorios Daphnia Ltd. (2015). *Informe de monitoreo de Calidad del Aire en el área de influencia del campo de producción El Difícil para Petróleos Sudamericanos Energy*.
- Martinez, A.P. & Romieu, I. (1997). *Introducción al monitoreo atmosférico*. Mexico D.F: ECO Metepec.
- Mendiburu, H.A. (2003). *Automatización Ambiental*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/7007840/ContenidoAutomAmb>
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Subsistema de Información sobre Calidad de Aire*. Recuperado de http://www.sisaire.gov.co:8080/faces/do.cs/12-3-2012-0-8-52-396-11_Manual_de_dise%F1o_de_sistemas_de_vigilancia_de_Calidad_del_Aire.pdf
- Norma Técnica Colombiana (NTC) 4205. (2011) Primera actualización
- Patro, D. (2012). *Modelación de la dispersión de Material Particulado en zona minera del Cesar usando FLUENT (CFS)*. Bogota: Universidad EAN.
- Plan de Desarrollo departamental del Magdalena. (2012-2015). “Construyendo Respeto por el Magdalena”.
- Ramírez, B. (2011). *Estudio del Impacto Ambiental en el proceso de elaboración de ladrillo en la comunidad del Chote*. Mexico D.F: Universidad Veracuraza.
- Uribe, L. & Suarez, N. (2009). *Evaluación de la calidad del aire del valle de Sogamoso, respecto a material particulado menor a 10 micras (mp10), aplicando el modelo de dispersión AERMOD como herramienta de planificación* (tesis de pregrado). Universidad La Salle. Bogotá, Colombia.

AUTORES

Keyla Meza Castro. Ingeniera de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina Sede Valledupar. Ponente en distintos evento de divulgación científica de la Red Colombiana de Semilleros de Investigación. Joven Investigadora del Programa de Colciencias para la Formación de Capital Humano de Alto Nivel para el Departamento del Magdalena. Pasante en la facultad de Química y Bioprocessos de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en el área de soluciones ambientales,

a través del programa de pasantías de investigación de la Alianza del Pacífico. (*e-mail: kemeza@areandina.edu.co*).

Antonio Rudas Muñoz. Ingeniero forestal especialista en ordenamiento de cuencas hidrográficas y especialista en gestión ambiental, candidato a magíster en desarrollo sostenible y medio ambiente, coordinador de investigación de la Fundación Universitaria del Área Andina, director del centro de investigación y desarrollo de Valledupar CIDVA, consultor ambiental, asesor en procesos de planeación, investigador perteneciente al grupo de investigación minero ambiental GIMA, con varias publicaciones científicas. (*e-mail: anrudas@areandina.edu.co*).

Mario Toncel Mendoza. Ingeniero de Minas de la Fundación Universitaria del Área Andina Sede Valledupar, actualmente Analista de Planeación de INTERASEO S.A. E.S.P. sede Riohacha, ponente en eventos de investigación a nivel regional y nacional con la Red Colombiana de Semilleros de Investigación en temas relacionados con la implementación de Sistemas de Información Geográficos en el mejoramiento la calidad del medio ambiente y la minería en Colombia. (*e-mail: mtoncel@areandina.edu.co*).

Recibido el 29 de Agosto de 2016.

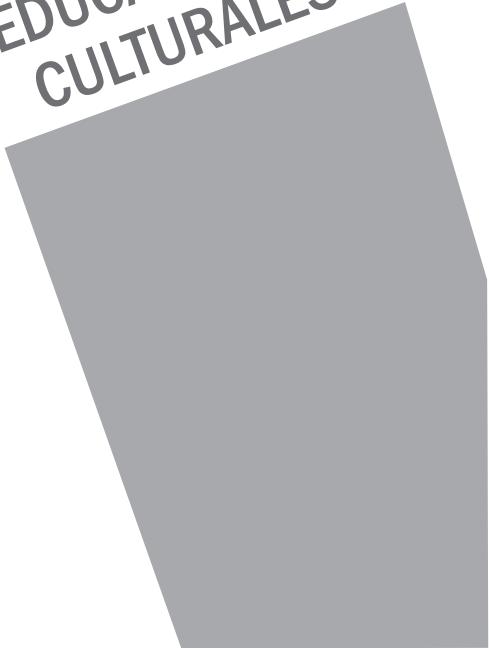
Aceptado el 30 de Septiembre de 2016.

Publicado el 15 de Diciembre de 2016.

Citar este artículo como

Meza, K., Rudas, A. & Toncel, M. (2016). Análisis de la contaminación del aire con material particulado producido por la fabricación de ladrillos en los municipios de la subregión centro del departamento del Magdalena. Revista TECKNE, 14(2), 19-26

TECNOLOGÍA EN
LOS PROCESOS
EDUCATIVOS Y
CULTURALES



LA TECNOLOGÍA EN LOS PROCESOS COGNITIVOS Y CULTURALES: UNA RESIGNIFICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS

TECHNOLOGY IN THE CULTURAL AND COGNITIVE PROCESSES: A RESIGNIFICATION OF EDUCATIONAL PRACTICES

J. Zambrano¹, A.S. Ávila¹, A.S. Estrada¹, J.M. Estrada¹, G.P., Londoño¹, K. Présiga¹ y Y. Rincón¹

¹ Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

RESUMEN

La tecnología y la técnica han configurado la manera como los seres humanos se involucran dentro de un espacio. Artefactos se transforman en prismas o metáforas para la comprensión de lo que es abstracto y dirigen el pensamiento de los sujetos, independiente de que las utilicen, hacia un mismo lugar. Esta propuesta implica entender, por un lado, al ser humano como conformador de artefactos diseñados con ciertas intencionalidades y, por otra parte, a la tecnología como movilizadora de dinámicas que están permeadas por la cultura, la cual se encarga de generar variaciones según las interpretaciones que den los sujetos frente a su uso. En este sentido, las transformaciones culturales y educativas envuelven al ser humano en situaciones que antes estaban fuera de su alcance gracias a las herramientas tecnológicas que han hecho plausible la idea de que las capacidades, habilidades y el rendimiento físico e intelectual del ser humano se vea afectado de manera positiva por su uso, de modo que, la tecnología no debe de ser vista como algo que le sirve al ser humano sino como una herramienta que los constituye y le permite evolucionar. Por tanto, la tecnología habilita espacios de construcción de conocimiento, trabajo colaborativo y redes de aprendizaje, lo que a su vez permite la configuración del contexto socio-cultural de los sujetos a través de las formas de relacionarse, de comunicarse y de aprender debido a la relación tecnología-cultura-aprendizaje y a la relación dialógica que se propicia entre docente-estudiante-saber.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje, Cultura, Educación, Tecnología.

ABSTRACT

Technology and technique have set the way human beings are involved in a place. Artifacts are transformed into prisms or metaphors for understanding what is abstract and direct the thinking of subjects, regardless of the use, to the same place. This proposal involves understanding, on one hand, the human being as producer of artifacts designed with certain intentions and, on the other hand, technology mobilizing dynamics that are intervened by culture, which is in charge of variations according to the interpretations that individuals give to their use. In this sense, cultural and educational transformations surround human beings in situations that before were out of reach due to technological tools that have made plausible the idea that the skills, abilities and physical and intellectual performance of the human being positively affected by its use, so that technology should not be seen as something that serves the human being but as a fact that conforms him and allows him to evolve. Therefore technology enables places of knowledge construction, collaborative work and learning networks, which in turn allows configuration of the socio-cultural context of subjects through the ways of relating, communicating and learning because of the relationship technology-culture-learning and dialogic relationship that is encouraged among teacher-student- knowledge.

KEYWORDS: : Culture, Education, Learning, Technology.

I. INTRODUCCIÓN

Los artefactos tanto tecnológicos como técnicos, son elementos diseñados y creados por el ser humano

como una búsqueda para agilizar o facilitar procesos. Diversas características de estos objetos influencian

contextos, estableciéndose como prismas de la realidad y permitiendo que se dé un aprendizaje social y se creen dinámicas, reglas y costumbres.

Desde la educación, las miradas han sido variadas, buscando el potencial de las mismas en los procesos cognitivos del individuo, y así mismo el posible cambio de roles entre docente-estudiante. Mientras algunas propuestas contemplan a los artefactos como parte de la educación formal, otras apuestan por un rol más activo del estudiante en el que, a través de las interacciones en la Web (en este caso 2.0) se comparta información y así mismo se empiece a determinar cómo, el mismo individuo, aprende.

El siguiente texto desarrolla, entonces, la interrelación entre la cultura, el aprendizaje y la tecnología, (mediante el entorno tecnológico y la cultura técnica), así mismo, los efectos que genera la tecnología y el *Personal Learning Environment* (PLE) en el aprendizaje.

II. REFERENTES TEÓRICOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

A. CULTURA

El ser humano ha estado configurado por un sistema cultural de acuerdo a la sociedad en la que se encuentra inmerso. Diversos factores asociados con las normas, los valores, las actitudes, las costumbres, entre otros, han permitido la construcción de un tejido social donde tanto el sujeto como el contexto cambian y se modifican uno al otro constantemente. Esto, debido a que el ser humano se caracteriza principalmente por su plasticidad en relación con su entorno, el cual le demanda diferentes necesidades, exigencias y retos que lo motivan continuamente a cambiar o adquirir nuevos comportamientos, actitudes, hábitos, códigos e ideas.

Actualmente no se puede desconocer la incidencia directa que tiene el progreso tecnológico en los procesos culturales, pero ¿Es el desarrollo tecnológico quien modifica los procesos culturales o es el sistema cultural quien modifica la tecnología? para ello Urevbu (1997) afirma que “la cultura de una sociedad determina la índole (forma y contenido) del desarrollo tecnológico y la evolución de la cultura tecnológica. De ahí que la tecnología sea una empresa cultural que existe en distintos grados en todas las sociedades” (p. 7). Por lo anterior, se puede decir que tanto la cultura como la tecnología influyen eminentemente en la vida del ser humano; la relación entre ambas es planteada por

Urevbu (1997) citando a Claxon (s.f.) de la siguiente manera:

Existe una interdependencia natural entre la tecnología y la cultura en virtud de la cual su relación debe ser esencialmente una relación auténtica, porque existe tanto para satisfacer las necesidades particulares e inmediatas del hombre como para permitirle vivir en armonía con su propio medio ambiente. Las herramientas constituyen el interfaz entre el hombre y la naturaleza. El desarrollo de nuevas tecnologías está vinculado a las necesidades evolutivas de la sociedad, a la importancia relativa que se otorgue al hecho de satisfacerlas y a la aplicación de soluciones diferentes y nuevas a los problemas prácticos existentes a partir de la capacidad creadora de la sociedad y de sus conocimientos y de experiencias particulares. A menudo la introducción de una nueva tecnología crea nuevas situaciones sociales que a su vez crean valores y por lo tanto estimulan un mayor desarrollo tecnológico (p. 7).

La tecnología, en el marco del sistema cultural, refleja el ingenio, las capacidades, habilidades, competencias y el rendimiento intelectual que tiene el ser humano en relación con otros sujetos y el entorno, es por ello que a diferencia de otros tiempos la generación de humanos que viven en la contemporaneidad requieren un pensamiento distinto para interpretar y comprender la realidad sociocultural.

En las relaciones humanas, la cultura influye significativamente en diversos aspectos como las costumbres, el modo de vivir y las diferentes expresiones que se evidencian día a día; respecto al lugar de la cultura en la sociedad, Martín-Barbero (2000) plantea que cuando “la mediación tecnológica de la comunicación deja de ser meramente instrumental para espesarse, densificarse y convertirse en estructural: la tecnología remite hoy no a unos aparatos sino a nuevos modos de percepción y de lenguaje, a nuevas sensibilidades y escrituras” (p. 1). De igual manera, la relación cultura-aprendizaje también es inherente a los procesos sociales que se desarrollan en las comunidades, según Quintanilla (1998) citando a Mosterin (1993), señala que “la cultura es la información transmitida por aprendizaje social entre animales de la misma especie” (p. 5), y dicha información es concerniente a la representación, la práctica y los valores.

Aunque mucho se ha hablado de la tecnología y sus ventajas en el proceso educativo, “el poder real de la tecnología radica en su capacidad de redefinir y

reestructurar de forma fundamental lo que hacemos, cómo lo hacemos y cuándo lo hacemos. Llegamos a usar la tecnología como una herramienta para pensar” (Salomon, 1992, p. 149). Las tecnologías inteligentes han impactado en las personas, afectando las capacidades en el intelecto de los sujetos. Por esta razón, Salomon, Perkins & Globerson (1992) se cuestionaban acerca de la inteligencia de las máquinas y la inteligencia humana, en relación a si las máquinas eran más inteligentes que las personas o si era el hombre más inteligente por ellas y su influencia en las capacidades humanas e intelectuales, teniendo en cuenta las diferentes actividades que puede tener un ordenador, un programa o un instrumento tecnológico; ya que, en el proceso de aprendizaje no sólo están los factores tecnológicos sino también los asociados al entorno.

A lo largo de la historia de la humanidad el uso de la tecnología ha generado diversas transformaciones de toda índole: del entorno natural, de los modos de producción, del uso del lenguaje, de los medios de transporte, y de las maneras en que nos relacionamos con el mundo y entre nosotros, por sólo mencionar algunas. La tecnología, como elemento de la cultura, es una representación clara del desarrollo de la mente humana. Así, la implementación de tecnologías en las prácticas socioculturales conduce a repensar la relación entre el sujeto y ésta, haciendo plausible la idea de que dichas capacidades y habilidades y el rendimiento intelectual del ser humano pueden ser afectadas de manera positiva por el uso de la tecnología, logrando – como menciona Salomon (1992) – que los seres humanos sean afectados por sus propios productos en las formas de pensar y de aprender.

B. APRENDIZAJE

En una búsqueda por determinar cómo el ser humano aprende, han surgido diversas propuestas de autores que han tratado de teorizar el concepto de aprendizaje. En la actualidad se cuenta con variadas teorías planteadas por autores como Vygotsky (1978), Brunner (1990), Gardner (1997), por mencionar sólo algunos. Sin embargo, aunque estas teorías han ayudado a lograr interpretaciones más amplias sobre lo que significa el aprendizaje, no existe hoy en día un consenso respecto a este concepto. Schunk (1997), por ejemplo, señala que “ninguna definición de aprendizaje es aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales de la educación; y aunque las que hay son numerosas y variadas, existen desacuerdos acerca de la naturaleza precisa del aprendizaje” (p. 2). Considerando esto, se

puede afirmar que el concepto de aprendizaje nunca ha sido estático, debido a que se va transformando según la realidad sociocultural en la que esté inmerso.

El aprendizaje podría concebirse entonces como un persistente cambio que es corroborado, reforzado y almacenado para un uso futuro. Es decir, un proceso llevado a cabo por un sujeto que permite la adquisición de la información y la transformación constante del conocimiento, ya sea de manera individual o grupal y que implica un establecimiento de esquemas (o estructuras) mentales que sirven como base para una constante evolución, asimilación y aprehensión de nuevos elementos. En la actualidad, este tópico se convierte en un dilema de tipo académico ya que, con la llegada de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se hace necesario replantear algunos conceptos y roles frente a cada situación que permea el desarrollo del saber.

El proceso de aprendizaje, según Illeris (2009) se relaciona con unos factores internos y unos externos de cada sujeto, lo externo se da al interactuar de manera social, cultural o ambiental, en cambio, el interno se da a través de procesos psicológicos como la adquisición y elaboración; y aunque éstos no cubren todo el ámbito del aprendizaje, deben participar activamente para lograr su eficacia. Por lo anterior, se debe propender, entonces, por la integración entre ambas, comprendiendo que el potencial para incrementar la capacidad intelectual implica no sólo la interacción con los aspectos internos como la edad y el género, sino también con los externos (culturales y sociales) entre los cuales se encuentra la tecnología.

Al respecto, recuérdese lo señalado por Salomon, Perkins & Globerson (1992): “los ordenadores inteligentes ofrecen una posibilidad de colaboración capaz de ampliar el rendimiento intelectual del usuario. Pero el grado de realización o cumplimiento de este potencial depende en gran medida del compromiso voluntario del usuario” (p. 12).

Siguiendo con Illeris (2009), afirma que *“all learning implies the integration of two very different processes, namely an external interaction process between the learner and his or her social, cultural or material environment, and an internal psychological process of elaboration and acquisition”* (p. 8). Así, la propuesta de Illeris (2009) es, entonces, mirar el aprendizaje de una manera integral sin descuidar ninguno de

estos procesos que están en constante interacción, lo anterior determinado a través de tres dimensiones que dependen unas de otras para que se dé el aprendizaje. Estas tres dimensiones son: contenido, interacción e incentivo. La primera, es definida como aquello que es aprendido para la construcción de significado y el desarrollo de las capacidades, teniendo en cuenta el conocimiento y las opiniones, dicha dimensión tiene una estrecha relación con el proceso interno psicológico. La segunda, está conformada por la imitación, experiencias previas y la percepción, por lo que, permitirá una organización de los esquemas para la utilización futura y adquisición de nuevos aprendizajes y puede depender por la manera como fue recibido un conocimiento. Finalmente, la tercera dimensión es inherente a la motivación, voluntad y emoción de un individuo que tendrán relación con la dimensión del contenido. Como síntesis, estas dimensiones permiten reforzar sentimientos, emociones, saberes previos y estructurados, la racionalidad e interacción en los nodos de conocimientos y, de hecho, la autonomía y trabajo cooperativo.

El aprendizaje es una reorganización constante de ciertas estructuras mentales que se da a través del pensamiento individual y la interacción, no solo con otros individuos, sino con la tecnología. Entendiéndose la tecnología como la que permite la comunión de diversas ideas en un mismo sentido. La interacción de los individuos con la tecnología es tal, que permite efectos de reconstrucción y los residuos cognitivos causados por las mismas para la potenciación de funciones mentales como la volición, la intención y la motivación. (Gardner, 1997).

Así, el progreso tecnológico que enmarca la realidad sociocultural del siglo XXI, la complejidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, junto con las nuevas concepciones sobre el aprendizaje, ponen en primer plano la necesidad de repensar los conceptos clásicos de la educación. Tal iniciativa, se plantea con el fin de generar un equilibrio en la controversial relación que existe entre cómo los estudiantes viven y cómo aprenden (Crane *et al.*, 2003). Por tanto, la tecnología y su uso no sólo se ha encargado de reconfigurar los procesos de formación (enseñanza, aprendizaje, evaluación), sino que, también, le ha dado una nueva noción a los roles de estudiante y de profesor.

Según Crane *et al.*, (2003) “*learning skills enable people to acquire new knowledge and skills, connect new information to existing knowledge, analyze,*

develop habits of learning and work with others to use information, among other skills” (p. 10). Es por ello que no son sólo los dispositivos tecnológicos por sí mismos, y el acceso a las herramientas que ofrece la Web, sino también la integración y apropiación de las herramientas tecnológicas (a diversas prácticas sociales) lo que han reconfigurado los modelos de comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje (todo ello en el marco de las transformaciones propias de la sociedad de la información).

C. TECNOLOGÍA

Aunque estas propuestas se ven fortalecidas en el siglo XX, durante la historia de la humanidad, se ha dado una reconfiguración de las diversas vivencias del hombre en su interacción con el ambiente. Estos cambios son trazados tanto por la técnica, frente a soluciones más prácticas; como por la tecnología, que responde, igualmente, a problemas prácticos pero que dependen de unos diseños con un trasfondo y un proceso más metódico. La evolución de los artefactos ha permitido adaptar el entorno a nuestras necesidades, agilizando la realización de algunas tareas, automatizando otras, facilitando y buscando mejorar la calidad de vida. Es así como en el transcurso de la historia se han producido inventos que han impulsado a las civilizaciones y generado cambios en la forma en que las personas viven. Ogburn & Thomas (1922) apoyan la idea de que el desarrollo tecnológico sigue un modelo evolutivo, un proceso de variaciones sucesivas acumulativas que generan un nuevo artefacto. Se basan en el determinismo tecnológico para afirmar que el cambio social se haya determinado por las transformaciones tecnológicas (Aibar, 1996).

Los cambios en la mente ocasionados por la tecnología, descritos por Salomon (1992) pretenden orientar sobre cómo ésta afecta a las personas a través de su uso individual y dependiendo del grado de interacción del sujeto, siendo la cultura quien se encarga de determinar la percepción social de la tecnología, la actividad a realizar con ella y los valores que representa. Estos cambios mentales que se reconfiguran a través de lo tecnológico pueden propiciar el desarrollo intelectual o por el contrario, podrían entorpecerlo debido a que la eficacia de lo tecnológico da paso a que se deleguen funciones básicas y complejas, pero también podría representar una forma diferente de retar al intelecto humano en su cotidiana interacción con estas herramientas.

Por otra parte, Quintanilla (1998) menciona que la tecnología dinamiza algunas prácticas sociales que son transmitidas a través de “procesos de aprendizaje” como información cultural. De esta forma para reconocer la relación interdependiente entre cultura y tecnología desde propuestas como las de Salomon (1992) se hace necesaria una definición de los siguientes conceptos: técnicas, artefactos, tecnología y sistemas técnicos (Quintanilla, 1998), esto desde la mirada de tres enfoques: el cognitivo, el instrumental y el sistémico.

Inicialmente, las técnicas son entendidas como habilidades o conocimientos para la resolución de problemas técnicos, como ejemplo están las técnicas productivas a través de las cuales se manipulan unos objetos para una producción intencionada. La tecnología, contraria a las técnicas, es una manera sistemática y racional a través de la cual se diseña, organiza y se aplican soluciones técnicas a problemas prácticos con intereses específicos, creándose etiquetas como aparatos tecnológicos o industria tecnológica. La diferencia principal recae en que existen algunas técnicas (como las artesanales) que no dependen de la rigurosidad científica de la tecnología. Por ejemplo: resultados como manillas, collares o vasijas, correspondientes a técnicas artesanales y no están ligados a un método científico, al que sí estaría una producción en masa automotriz, como un carro o una moto. Aquí se encuentra el enfoque cognitivo como “la ciencia aplicada a la resolución de problemas prácticos” (Quintanilla, 1998).

Desde el enfoque instrumental y como resultado tanto de la técnica como de la tecnología (así ambas sean distintas) nacen los artefactos, cuyas características principales son: ser concretos y no codificables. Finalmente, desde el enfoque sistémico, se propone el concepto de sistemas técnicos (o tecnológicos). Estos son elementos concretos (como los artefactos) que son diseñados, manipulados y controlados por un agente que lo hace de manera intencional. Esto se da tanto en las técnicas como en las tecnologías, y lo que varía es este mismo diseño, construcción e incluso uso del sistema.

Los elementos primordiales del sistema técnico o tecnológico son los siguientes: componentes materiales (materias primas), componentes intencionales (usuario), estructura, objetivos (intencionalidad) y resultados (entre lo previsto y lo obtenido). Quintanilla (1998) lo explica con el siguiente ejemplo:

Una lavadora automática doméstica es un artefacto, la ropa sucia, el agua, el jabón y la energía eléctrica son los inputs que se necesitan para que la lavadora funcione, pero se requiere al menos un agente intencional que ponga en marcha la máquina, introduzca la ropa y el detergente y seleccione el programa de funcionamiento, para que el conjunto funcione realmente como un sistema técnico (p. 5).

• *Cultura Técnica*

El ser humano no solo organiza y crea los sistemas técnicos, sino que éstos mismos reestructuran diversas dinámicas culturales, a través de un aprendizaje social. Esta propuesta, basándose en un enfoque sistémico, permite el establecimiento del concepto “cultura técnica” (Quintanilla, 1998). El sistema tecnológico no tiene su centro solo en el aparato o en las propiedades de los dispositivos, sino que presenta una doble dimensión que incluye, además, aspectos sociales que organizan la cultura de manera determinada ya sea desde un uso industrial o doméstico que implique un cambio de costumbres. (Quintanilla, 1998 citando a Hughes, 1983).

La propuesta de cultura técnica entiende la cultura como una transmisión de información (rasgos culturales) a través de un aprendizaje social. Según Quintanilla (1998), la cultura técnica es un conjunto de representaciones, reglas y valores que están relacionados con las técnicas. Es decir, la cultura forma parte de los sistemas técnicos y la técnica forma parte de la cultura.

Las características principales que evidencian la inserción de la cultura dentro de los sistemas técnicos son los siguientes: El componente simbólico, que implica conocimientos y representaciones sobre los sistemas; el práctico, que implica el establecimiento de reglas y pautas de comportamiento y el axiológico, en el que se ven preferencias ya sea en uso o en diseño. Los sistemas están en constante actualización, debido a que el programador establece un diseño para cierta cultura y el entorno se acopla a ciertas condiciones preestablecidas por el diseñador. Es necesario entender que no todos los contenidos son incorporables, en cuanto a los sistemas ya existentes pueden haber variaciones en el diseño que no sean entendidas por los usuarios.

Para clarificar esto el autor expone el ejemplo de la “cultura del automóvil” en la cual se establecen unas

condiciones modificadoras por parte del diseñador del carro, se da un aprendizaje social a través de los exámenes de conducción, se establecen unas reglas de tránsito y se demandan permisos de conducción.

Quintanilla (1998) citando a Bijker (1994) expone una flexibilidad interpretativa de los sistemas técnicos, en la que se permiten varias interpretaciones, en cuanto sean técnicamente compatibles, acerca de los sistemas. Esta interpretación está influenciada por el uso de la tecnología, ciertos valores y preferencias que intervienen en el desarrollo de los sistemas. La cultura técnica se entiende como cambiante.

• *Formación tecnológica y entorno virtual*

Es común encontrar que las herramientas y artefactos poderosos son subutilizados o usados de forma limitada por usuarios que no poseen la destreza para manejarlos perdiendo parte de su potencial. Esto depende del agente generador de los artefactos quien propone actualizaciones que chocan con el uso tradicional de los mismos. El uso del microondas, presentando pocos comandos, ha sido en un principio el de calentar la comida; a través de reajustes en el diseño se ofrecen más opciones, sin perder su función original, para calentar diversos alimentos (descongelar comidas, programar tiempos dependiendo de la comida, etc.) que, sin embargo, pueden ser ignorados. Así, se puede decir que la tecnología por sí misma no afecta ni genera cambios en el individuo sino que éstos dependen de la forma en cómo la tecnología es aprovechada, asimilada e interiorizada, reconociendo que el ritmo en que se producen los cambios tecnológicos es mucho más veloz que aquel en el que dichos cambios son aceptados e integrados a la sociedad.

Estas transformaciones aceleradas en los avances tecnológicos se abren paso entre la cotidianidad de la sociedad dejando de lado la creciente necesidad de formación sobre los usos que se le debe y puede dar a cada herramienta, por ende, la utilización de estos artefactos no es un simple resultado de lo individual, sino de constructos culturales, educativos y económicos. Aquí la importancia de la tecnología como búsqueda del ser humano por extender funciones del cuerpo, pensamiento e interacción; que, aunque aporta a nuestro diario vivir, se ha convertido en algo indispensable para desarrollar una actividad, lo cual permite cuestionar la dependencia que ha generado la adquisición de cada uno de estos avances que al trascender en sus campos de desempeño generan influencias, tanto

negativas como positivas, las cuales ponen a prueba las funciones cognitivas, metacognitivas y afectivas (Caverly, Nicholson & Radcliffe, 2004 citados por Rodríguez, 2011); es el caso de las calculadoras que se establecen como herramientas que permiten hacer cálculos de forma más rápida, no obstante con el tiempo han reducido la capacidad mental de hacer operaciones aritméticas.

Debido a lo anterior, se ha tendido a reflexionar respecto a la instrucción que permita una relación más beneficiosa para el hombre con estos dispositivos, esto, en pro de lograr que el individuo no dependa de la máquina para realizar sus funciones cognitivas, sino que más bien aproveche las facilidades que ésta brinda para aprender de sus procesos y reproducirlos, además de optimizar el tiempo y las energías invirtiéndolo para lograr desarrollar y hacer actividades de un orden intelectual mayor al que puede alcanzar la máquina y el ser humano por sí solo. Esta mirada se ha direccionado específicamente hacia la educación, entendiendo la misma como práctica social que permite la construcción del conocimiento a través del vínculo entre los sujetos y el entorno, pronto se advierte que el entorno actual posibilita la interacción de manera sincrónica y asincrónica mediante diversos dispositivos tecnológicos que hacen parte de la vida cotidiana. La interacción con la tecnología en las diferentes actividades que desarrolla el ser humano permite que los sujetos se conviertan en agentes activos del conocimiento y no en simples receptores. Al respecto Salomon (1992) plantea que:

Algunas tecnologías no son simples artefactos a los que uno esté expuesto de forma pasiva, ya sea directa o a través de la transmisión cultural; las tecnologías también son un conjunto de herramientas con las cuales el individuo interactúa de manera activa (p. 148).

La incorporación de las diversas herramientas propias del entorno tecnológico brinda una amplia gama de posibilidades a los procesos de enseñanza y de aprendizaje, los cuales ya no están limitados al espacio-tiempo escolar, ni a la relación vertical docente-estudiante; sin embargo, hacer innovaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en la realidad tecnológica que acontece a la humanidad, supone grandes retos para los dos actores principales de la educación que son el estudiante y el docente. Dichos retos, necesitan respuestas innovadoras, creativas y auténticas que den pie a nuevas formas de alfabetización esto debido a que la tecnología en el sistema educativo,

como mencionan Zambrano, Vallejo & Ángel (2013), se ha guiado más desde la incorporación (tenencia de artefactos) que desde la integración (uso de los mismos) y la apropiación (uso innovador de éstos), haciendo más difícil que se generen los procesos de cambio.

En este orden, Illeris (2003) propone una relación entre la apropiación de lo tecnológico visto desde el desarrollo de dimensiones referentes a lo cognitivo, la adquisición individual, la emoción y la interacción con el entorno, que en este caso es un entorno tecnológico en el cual se involucran diferentes agentes, tanto del individuo que accede a las herramientas tecnológicas como la actividad que se desea realizar, y las responsabilidades que se delegan a la máquina o que se interiorizan para que la creación de conocimiento significativo logre ser reflexivo y consciente, promoviendo retos para el intelecto de cada sujeto con la interacción entre mente y máquina.

Queda claro que es necesaria una formación en la interacción humano-máquina y no lo es simplemente porque sea más benéfico, sino porque si no se tiene se corre el riesgo de retrasar la capacidad mental del ser humano a medida que avance el tiempo. Respecto a esto, surge la propuesta de implementar en la educación entornos virtuales, que implementen diversas aplicaciones y programas, y permitan el uso de “formas de interacción mediáticas y tecnológicas” (Prado, 2001). Este entorno virtual implica una demanda laboral y de promoción social que ha llevado a que sea tratada desde la educación; no solo como una adaptación a los mismos, sino como una posible herramienta de apoyo para los sujetos que habitan la práctica educativa (maestros y estudiantes). Cuando se habla del entorno virtual en el aprendizaje se suele referir a aquellos espacios, divididos en elementos, establecidos para el intercambio de saberes entre el estudiante y otros individuos, permitiendo así el compartir del conocimiento a nuevos contextos, así mismo una utilización de estos medios para la organización y potenciación de la información. Se habla usualmente, entonces, de la formación de “una cultura tecnológica y capacitación técnica” que, según Guillén (2006):

Brinde a los estudiantes una nueva cultura básica relacionada con el trabajo productivo, la toma de conciencia de las implicaciones de la tecnología en la vida cotidiana y en las transformaciones de la sociedad, la aplicación de conocimientos y destrezas para la solución de problemas (p.4).

Según Baker, Guinard, Lund & Séjourné (2003), en un entorno virtual de aprendizaje, los estudiantes, pueden ser diseñadores y productores de contenidos. En este sentido, el papel es más participativo y activo debido a que pueden contribuir con sus aportaciones, aumentar la base de conocimiento, reforzar enlaces, etc., permitiendo que el conocimiento sea más dinámico y cambiante. El entorno tecnológico de los estudiantes, entonces, permite el uso (incluso creación) de técnicas de estudio que fortalecen la motivación, permanencia y apropiación frente a contenidos académicos y la interacción en el proceso de aprendizaje.

D. EFECTOS / IMPACTOS DE LA TECNOLOGÍA EN EL APRENDIZAJE

Extendiendo las concepciones, para un potencial nexo entre el aprendizaje y tecnología, Salomon junto con Perkins en 1987, desarrollan la teoría de la transferencia desde el cultivo de las habilidades y entre otras la mediación tecnológica. Dicha transmisión se da mediante dos caminos: el primero es denominado vía baja que “se caracteriza por la práctica insistente de una actividad en distintas situaciones lo que conduciría a un dominio casi automático (y por lo tanto poco comprometido mentalmente) por medio de elementos cognitivos, habilidades o conductas adquiridas” (Salomon, 1992, p.151). Por otra parte está la vía alta, caracterizada por un aprendizaje más rápido, definida por el proceso mental del individuo y dependiente de las abstracciones o estrategias que conllevan a dicho proceso, las cuales son transferibles de forma inconsciente.

De esta manera, el concepto de vía baja se relaciona con un proceso de culturización y por ende por medio de hábitos y la interacción social, permiten la adquisición de actitudes y conductas que pueden mostrarse de forma abstracta. Por esta razón, es necesario definir claramente conceptos como estrategias y hábitos con el ánimo de establecer relaciones. Por un lado los hábitos son el conjunto de actividades que hace una persona cuando estudia. Al respecto, Mena, Golbach & Véliz (2012) afirman que “los hábitos de estudio constituyen un factor importante en el rendimiento académico de los alumnos, ya que las conductas habituales específicas de los alumnos de bajo rendimiento académico, son diferentes a las de los estudiantes que poseen un buen rendimiento.” (p.14); mientras que, las técnicas de estudio de acuerdo con Tunnerman (1998) hacen referencia al conjunto de herramientas,

fundamentalmente lógicas, que ayudan a mejorar el rendimiento y facilitan el proceso de memorización y estudio.

Así mismo, se ha establecido que desde el ámbito educativo se trabaja en torno a la vía alta, puesto que, desarrolla una serie de conocimientos, habilidades, que si bien, poseen disciplina, en tanto se relacionan y son explicados tendiendo a ser dominados en espacios relativamente cortos, este tipo de aprendizaje tiene que ver más con las estrategias, desde la intención y abstracción reflexiva. De esta manera, las habilidades podrían ubicarse en cualquiera de las dos vías ya mencionadas, teniendo en cuenta que lo más relevante es que el aprendizaje se dé desde la experiencia, con ayuda de la tecnología, sin requerir explícitamente mayores esfuerzos en cuanto a la utilización de las habilidades o tareas sin mayor importancia que son rutinarias y que no conduce a la vía baja siquiera.

Desde las propuestas de Salomon, Perkins & Globerson (1992) y Quintanilla (1998), se puede observar cómo la tecnología es diseñada por el ser humano y al mismo tiempo ésta influye en la cultura del individuo. No es, sin embargo, el aplicar artefactos sino la interacción entre los mismos y unos agentes intencionados o sujetos que, desde el mismo diseño de sistemas técnicos, condicionan la cultura y las interpretaciones del individuo sobre la misma. Así mismo, la propuesta de una “vía baja” (mencionada también por Quintanilla como cultura técnica en sentido lato) y una “vía alta” permiten el establecimiento de los “residuos cognitivos” necesarios (como la motivación y la voluntad) potenciados por la tecnología y el establecimiento de estrategias de estudio.

Siguiendo a Salomon (1992), “el poder real de la tecnología radica en su capacidad de redefinir y reestructurar de forma fundamental lo que hacemos, cómo lo hacemos y cuándo lo hacemos. Llegamos a usar la tecnología como una herramienta para pensar” (p. 149). En la actualidad, los dispositivos tecnológicos ofrecen una amplia gama de alternativas: acceso a diversos tipos de lenguajes como imágenes e hipertextos; búsqueda de información de manera ágil y avanzada; realización de trámites gubernamentales y transacciones bancarias; además del acceso a multiplicidad de herramientas que ofrece internet. Todas esas aplicaciones permiten visualizar los tipos de efectos cognitivos que, según Salomon, Globerson & Perkins (1992) genera la tecnología.

Ahora bien, el impacto que ha generado la tecnología ha sido bastante amplio en los más diversos ámbitos sociales, pero específicamente en el campo educativo, su incorporación a los procesos de formación ha sido tan rápida que, en un inicio, no hubo tiempo para llevar a cabo procesos de análisis previos que permitieran generar comprensiones mayores acerca de todo el provecho que puede ofrecer al desarrollo cognitivo del ser humano. No es nuevo señalar que el impacto de la tecnología y su uso aún no terminan. El descubrimiento y análisis de los efectos de este producto humano es un proceso al cual le falta camino por recorrer.

Ya en los años noventa, Salomon, Perkins & Globerson (1992) postulan dos tipos de efectos en la estructura cognitiva: los efectos que se obtienen en conjunción con la tecnología y en el curso de la colaboración intelectual con ella, y los efectos procedentes de la tecnología, en términos del residuo cognitivo transferible dejado por la colaboración, tras la forma de un mayor dominio de habilidades y estrategias; pero es seguro que con el transcurrir del tiempo se irán postulando muchos más efectos que darán cuenta de la relación evolutiva que hay entre tecnología y mente.

Por esta razón, la propuesta de Illeris (2009) se refiere al aprendizaje que se da a partir de dos momentos, los cuales se determinan desde el ámbito psicológico donde se desarrollan todas las habilidades de memoria, pensamiento y lenguaje que facilitan la reflexión y el análisis frente a la adquisición del saber en los diferentes campos o disciplinas de estudio, y desde la estructura de relación social externa que los individuos desarrollan a través, de la inmersión en procesos culturales y sociales. Estos elementos están determinados por el uso del tiempo y el espacio, los estudios realizados para la construcción de teorías se han dirigido entonces por uno de estos dos elementos, llevando a una mirada limitada de lo que es el aprendizaje como total.

La tecnología y su uso, más la interacción de nuestra mente con ella, generan diferentes tipos de efectos en el plano individual de cada sujeto. En relación a ello, Salomon (1992) enfocó su mirada en los efectos cognitivos que Perkins (1986) menciona y denomina como “marcos de pensamiento”, entendidos como “una representación cuya intención es guiar el proceso de pensamiento apoyando, organizando y catalizando dicho proceso [...]. El «marco» organiza nuestro pensamiento tanto como el visor de una cámara fotográfica enfoca

y da dirección en el momento de sacar una fotografía” (Perkins 1986, citado en Salomon, 1992, p. 2). Desde esta perspectiva se pretende entonces justificar los efectos que tiene la tecnología sobre las funciones cognitivas.

Si bien los marcos de pensamiento pueden verse afectados por la tecnología, es preciso mencionar los elementos y mecanismos que influyen a su vez sobre las funciones cognitivas. Un elemento indispensable dentro de la interacción tecnología-mente es el entorno sociocultural en el que ambos están inmersos, debido a que “la cultura determina la percepción social de la posición y de la naturaleza de la tecnología encontrada, la actividad a realizar con ella y los valores que se le dan al encuentro” (Salomon, 1992, p. 3). Es por ello que la mente, según Salomon (1992), puede ser afectada no solo por la experiencia directa con los artefactos culturales sino que además por la representación cultural que se les brinda a éstos. En el sentido de cómo las tecnologías resignifican la concepción de aprendizaje, Rodríguez (2011) añade que:

el aprendizaje se puede mejorar cuando las innovaciones tienen en cuenta no sólo las características de la tecnología sino también el diseño pedagógico, el contexto en el que el aprendizaje tiene lugar, las características de los estudiantes, su experiencia previa y la familiaridad con las tecnologías involucradas (p. 20).

Los efectos cognitivos de la tecnología son denominados por Perkins (1985) citado por Salomon (1992) como «efectos de yema de los dedos» de primer y segundo orden, los primeros se relacionan con el contacto de los sujetos con la tecnología, mientras que los de segundo orden se relacionan con el pensamiento y por lo tanto son efectos más profundos, por lo anterior, se podría expresar que, los de primer orden se derivan del uso y los de segundo orden surgen de la apropiación de la tecnología por parte de los seres humanos. Es importante resaltar también para Salomon, Perkins & Globerson (1992), Salomon (1992) e Illeris (2003), en el desarrollo de la mente aparecen involucrados diversos factores que provienen de diferentes ambientes, tanto desde la interacción con la tecnología, como con el entorno; según Salomon (1992), estos son: la creación de metáforas, la estimulación de nuevas diferenciaciones, la clase de asociación con la tecnología, el cultivo de habilidades y la internalización de instrumentos tecnológicos y representación. Los cuales implican que el rol del individuo sea activo, donde la tecnología

demande en él un desarrollo mayor en sus habilidades y así haya un incremento intelectual.

Similar a la propuesta de Illeris (2009) del aprendizaje como individual y social, Salomon (1992), basándose en Pea (1985) plantea que la inteligencia “no es una cualidad solamente de la mente, sino que es un producto de la relación entre las estructuras mentales y las herramientas intelectuales provistas por la cultura” (p. 149). Dentro de estas herramientas se establece la tecnología como resultado de las funciones cognitivas. La interacción con elementos tecnológicos tiene un efecto o una “transformación” en capacidades cognitivas del estudiante como las siguientes: conocimiento adquirido, el acceso al conocimiento, la organización de los esquemas y, especialmente, los marcos de pensamiento que permiten ordenar y guiar los procesos y que pueden ser tanto mecánicos (a corto plazo) como conscientes (a largo plazo).

La relación entre factores externos e internos se ve entendida desde la tecnología como “artefactos culturales” que recaen sobre la mente individual y los marcos de pensamiento se ven aún más evidentes. Esto es explicado por Salomon (1992) desde el efecto de la “creación de metáforas” o prismas cognitivos de manera permanente en una necesidad del hombre de organizarse en un entorno abstracto y complejo. A través de la “tecnología definitoria” (Bolter, 1984) se empieza a crear un paralelismo entre la máquina y el organismo que permite direccionar un conjunto de ideas en un mismo sentido. Esta interacción con la tecnología, aunque muchas veces mecánica, se empieza a dar de manera consciente para la creación de diferenciaciones, es decir categorizaciones.

Tres dimensiones propuestas por el autor, en relación con los efectos mencionados son: fuente de efectos (tecnologías de la definición), procesos individuales de culturización (imprevistos o intencionales) y la dependencia e independencia del contenido del efecto éstas relacionadas a los efectos en conjunción con la tecnología (propios de la interacción con la misma) y procedentes de la tecnología como “residuos cognitivos” que permiten la autorregulación y orientación. Un determinar qué hacemos, cómo y cuándo lo hacemos.

E. APRENDIZAJE Y MEDIACIÓN TECNOLÓGICA

El reconocimiento de cómo aprendemos implica, a su vez, reconocer los hábitos, estrategias y técnicas utilizadas que intervienen en el proceso de aprendizaje,

aprender no es simplemente adquirir conocimientos ni procesar la información, es un proceso mucho más complejo, puesto que, no es posible definirlo con exactitud ni mucho menos medirlo para saber cuánto aprende una persona. Por ello, Illeris (2009) asegura que el aprendizaje es un concepto bastante amplio e incluye una larga y complicada serie de procesos, dimensiones, condiciones, que influyen en este proceso y sus diferentes tipos. Por esta razón, aprender implica un cambio constante de ideas, pensamientos, conductas o destrezas como resultado del estudio, la experiencia, el razonamiento o la observación (Zapata-Ros, 2012).

Se afirma que, a la hora de estudiar para aprender es necesario tener en cuenta aspectos como: el tiempo, el lugar, los recursos, los hábitos. Esto debido a que son considerados acercamientos necesarios en pro de que la actividad del estudio se dé a partir de una manera efectiva y significativa que repercuta en el proceso del aprendizaje. Este es en cada persona una construcción, que es resultado de una estructuración mental que, como se mencionó anteriormente, depende de la relación entre el contenido, el incentivo y la interacción con los ambientes o contextos en los que se aprende. Para ello, Illeris (2009) explica los tipos de aprendizaje como se muestra a continuación (ver tabla1). Estos cuatro niveles de aprendizaje son igual de importantes y son activados en diferentes situaciones (Illeris, 2009).

TABLA 1.

NIVELES DE APRENDIZAJES (ILLERIS, 2009)

MECÁNICO	ADICIÓN	TRASCENDENTE	EXTENSIVO
ES MÁS FRECUENTE EN LOS PRIMEROS AÑOS DE EDAD. SE DA EN SITUACIONES DONDE NO APRENDE ALGO CON SIGNIFICADO PERSONAL. SOLO SE UTILIZA EN CONTEXTOS SIMILARES A DONDE SE APRENIDIÓ.	IMPULSO VINCULADO A UN PATRÓN YA ESTABLECIDO. FÁCIL DE RECORDAR Y DE SER UTILIZADO EN EL CAMPO EN CUESTIÓN. TIPO DE APRENDIZAJE DE LA ESCUELA.	IMPULSOS DIFÍCILES DE RELACIONAR CON PATRONES YA EXISTENTES. ROMPER ESQUEMAS YA CONSTITUIDOS PARA INCORPORARLOS EN UNA NUEVA SITUACIÓN. FÁCILES SUCESOS DE RECORDAR Y APLICAR EN NUMEROSOS CONTEXTOS.	REESTRUCTURACIÓN DE LO APRENDIDO. IMPLICA LAS TRES DIMENSIONES DEL APRENDIZAJE PARA LLEGAR A UNA TRANSFORMACIÓN DE LO QUE SE APRENDE. DIFERENTES PERSPECTIVAS DE SIGNIFICADO.

Fuente: diseño propio

Así como existen ambientes propicios para el aprendizaje, también se encuentran barreras que imposibilitan que suceda, por ejemplo, para Illeris (2009), estas barreras son: la falta de concentración, los malentendidos y la falta de conocimientos previos; con el apogeo del internet y las TIC, es muy complejo para un ser humano retener tanta información a la que se ve expuesto diariamente.

Por esta razón la interacción entre la tecnología y el individuo produce dos efectos, uno en conjunción con la tecnología y otro procedente de la tecnología. Para entender mejor esto, Salomon, Perkins & Globerson (1992) proyectan que el primer efecto se da durante el uso de la tecnología de ordenadores; es decir, tiene que ver con la forma en que el individuo hace, la calidad de lo que hace y cuándo lo hace. El segundo efecto hace que el individuo obtenga respuestas empíricas, es decir, la tecnología por sí sola no constituye un efecto en la forma de pensar, sino desde el entorno social y cultural de la enseñanza y el aprendizaje. En otras palabras, las tecnologías intelectuales, como la de los ordenadores, generan efectos en los modos de pensar y de aprender; por ello, más que ayudar a mejorar una tarea, modifican la forma de representar un problema y reestructuran la acción humana.

Lo anterior sugiere que haya una colaboración inteligente que implica, en gran medida, una participación activa y consciente del individuo, es decir, que explore, investigue, cuestione y comprueben lo que se está aprendiendo por medio de un acoplamiento de la inteligencia de la máquina con la suya, de una colaboración intelectual y de una asociación persona/ordenador que aumente significativamente la eficacia del mismo; lo que llamarían Salomon, Perkins & Globerson (1992) tecnologías de la mente, indispensables para el proceso de aprendizaje, ya que, permiten el desarrollo de facultades superiores de la mente del individuo por medio de la utilización de las mismas.

Desde este punto de vista es necesario resaltar que el Entorno Personal de Aprendizaje (PLE, por sus siglas en inglés), constituye un cambio en las prácticas habituales, personales y educativas, así como una transformación en el aprendizaje por medio de las TIC que tiene su centro la interacción, más allá del uso o el contenido. El PLE permite, entonces, reestructurar la idea de que el aprendizaje es transmitido por un solo individuo, ampliando su alcance hacia otros espacios y situaciones donde se da de una manera menos formal; es decir, un aprendizaje ubicuo. Entendiendo que las barreras entre la educación formal e informal son más flexibles, Adell & Castañeda (2010), consideran que el aprendizaje ocurre por medio de la interacción y comunicación que se lleva a cabo a partir de los servicios y herramientas de la Web 2.0, que, según Harmelen (2006) gracias a Internet y el acceso ilimitado a la información es posible el uso, la combinación, y la relación con la información y las personas.

Según Attwell (2007) la Web 2.0 permite crear y compartir la información, así como facilitar la comunicación. Esto lo distingue de la Web 1.0 que se limita al acceso de la información y uso de los artefactos. Para Attwell (2007), el aprendizaje es posible por medio de contextos, situaciones y herramientas que suscitan un rol proactivo del individuo, generando así un “*lifelong learning*” o aprendizaje para la vida permanente que consiste en crear, remezclar, publicar y compartir por medio de entornos virtuales de aprendizaje que, gracias a la tecnología, es posible lograr.

Adell & Castañeda (2010), Attwell (2007) y Harmelen (2006) afirman en común que el PLE se centra en el aprendizaje del estudiante por medio de la tecnología puesto que, la creación y el desarrollo del mismo constituye la unión de tres redes esenciales: inicialmente donde se accede a la información, donde se modifica y finalmente se dan las relaciones con otros. Estas redes son: una red de modificación, una de acceso y una de interacción; estas tres generan un entramado que cada persona crea en la Web y las herramientas que utiliza para crear su propio entorno de aprendizaje con contenidos significativos, de implicación social, propiedad o protección de datos.

La primera red, de modificación, permite que por medio del acceso sea posible crear otras redes de aprendizaje mediáticas de información llamadas de relación y/o reflexión donde se comente, recree o se publique con herramientas como por ejemplo: Cmaptools, Prezi, Movie Maker, Word, Hotmail, entre otras. La segunda red, de acceso, como su nombre lo indica, permite la creación de entornos virtuales de aprendizaje donde se puede acceder y modificar la información en relación con otros; es decir, acceder y buscar información con la ayuda de herramientas como las aulas digitales, repositorios, navegadores web, etc., que implica aprender a aprender con la tecnología. Por último, la red de interacción, compromete que haya un rol activo del estudiante/individuo en asociación con la tecnología, que establezca su propio entorno de aprendizaje con procesos cognitivos como leer, reflexionar, al igual que compartir, relacionarse y comunicarse por medio de herramientas como Instagram, Drive, Google Docs, Facebook, Skype, entre muchos otros.

Debe tenerse en cuenta que lo que constituye un PLE no solamente abarca ambientes virtuales sino que, igualmente, compromete actividades informales que ayudan a aprender, divertirse y aprovechar el tiempo

libre. Por ello, un PLE es todo aquello que se utiliza para aprender, el contexto, las herramientas, todo aquello que pueda generar, diversificar, aumentar y personalizar el aprendizaje. Un PLE “...es el conjunto de herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que cada persona utiliza de forma asidua para aprender” (Adell & Castañeda, 2010, pág. 23). El PLE no son elementos, establecidos para un individuo o un modelo definido, sino construcciones de un sujeto a través de un recorrido; es decir, vivencias, actividades, interacciones y preferencias. Esta construcción es fortalecida por las invitaciones de uso, a través de redes personales de aprendizaje.

Según Gómez-Ramírez, Calvo-Soto & Ordóñez-Mora (2015), el uso de la tecnología lleva al sujeto a concebir e interpretar el mundo a través de transformaciones. Estas van desde las interacciones entre los sujetos hasta la manera en cómo se comunican a través de distintos códigos. Similar a la propuesta del PLE, se expresan las nuevas tecnologías como las que abarcan, entonces, el reconocimiento de maneras distintas de aprender en contextos virtualizados y cómo el uso de las TIC implica una configuración de distintas actitudes, destrezas y limitaciones en pro de que el educando sea capaz de gestionar su propio conocimiento.

III. CONCLUSIONES

La sociedad de la información posibilita que el aprendizaje sea permeado por la tecnología en la medida en que habilita espacios de construcción de conocimiento, trabajo colaborativo y redes de aprendizaje, lo que a su vez permite la configuración del contexto sociocultural de los sujetos a través de las formas de relacionarse, de comunicarse y de aprender debido a la relación tecnología-cultura-aprendizaje y a la relación dialógica que se propicia entre docente-estudiante-saber.

La tecnología desde su propuesta sistemática, así como la técnica como solución a problemas prácticos no pueden estar alejadas de la cultura, y por esta razón no lo estarán del aprendizaje. Desde la cultura, la creación de artefactos permite el establecimiento de dinámicas y reestructuraciones dentro de diversos espacios. Esto es, adecuar el contexto para elementos (usualmente tecnológicos) a través de costumbres e incluso infraestructura. Estas dinámicas se trasladan mediante un aprendizaje social, no limitando el mismo hacia la formalidad de las instituciones, sino reconociendo otros

espacios, por ejemplo virtuales, para no solo acceder a la información, sino compartirla.

Es necesario tener en cuenta que las TIC por sí solas no generan un cambio significativo en el aprendizaje, las transformaciones dependen de la manera en cómo las herramientas sean usadas (Crane *et al.*, 2003). Este uso no se limita, sin embargo, al acceso a la información en la Web, sino a la conectividad y posibilidad de construir y compartir el conocimiento. El espectro del aprendizaje con la tecnología se expande, en cuanto permite observar el aprendizaje fuera de la tradicional transmisión del conocimiento por un individuo.

Este centro en la interacción se ve fortalecido por las propuestas de Salomon, Perkins & Globerson (1992), Illeris (2003) y Salomon (1992), las cuales tienen en común el afirmar que la tecnología por sí sola no genera ningún efecto en el aprendizaje, sino que en la medida en que el individuo interactúe con ella se da un efecto significativo en la forma como el individuo percibe el mundo; las interacciones entre el individuo/ tecnología son las que logran la comprensión de lo que sucede en el mundo y son base para el aprendizaje significativo porque simplifican lo complejo por medio de reorganizaciones del conocimiento adquirido. Similar, Quintanilla (1998) propone el sistema técnico el cual comprende el uso de un artefacto (técnico o tecnológico) por un agente intencionado.

REFERENCIAS

- Adell, J. & Castañeda, L. (2010). Los Entornos Personales de Aprendizaje (PLEs). una nueva manera de entender el aprendizaje. En Roig, R. y Fiorucci, M. (Eds.). *Claves para la investigación en innovación y calidad educativas. La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la Interculturalidad en las aulas*. Roma: Universita degli studi.
- Aibar, E. (1996). La vida social de las máquinas: Orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la Tecnología. *Reis: Revista Española de investigaciones sociológicas*. 76, 141-172
- Attwell, G. (2007). *The Personal Learning Environments –the future of eLearning?*. Recuperado de http://somece2015.unam.mx/recursos/ACC/PLE_future_of_eLearning%20.pdf
- Baker, M., Guinard, M., Lund, K. & Séjourné, A. (2003). Computer supported collaborative learning in the space of debate. En: B. Wasson, S. Ludvigsen, & U. Hoppe (Eds). *Designing for change in networked learning environments*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers..
- Bolter, D.J. (1984). *Turing's man: Western culture in the computer age*. Hill, NC: University of North Carolina Press.
- Brunner, J. (1990). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza.
- Crane, T., Maurizio, A., Bruett, K., *et al.* (2003). *Learning for the 21st century*. Partnerships for 21st century skills.
- Gardner, H. (1997). *Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples*. México D.F: Fondo de cultura económica.
- Gómez-Ramírez, E., Calvo-Soto, A.P. & Ordóñez-Mora, L.T. (2015). Las tecnologías de la información y la comunicación, y la formación de los estudiantes de carreras del área de rehabilitación en Colombia. *Revista TECKNE*, 13(2), 7-14
- Guillén, D. (2006). *La enseñanza de la tecnología en la educación básica (Un enfoque pedagógico)*. En M. Albornoz (Presidencia), I congreso iberoamericano de ciencia tecnología sociedad e innovación. Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo en iberoamerica, México D.F, México.
- Harmelen, M. (2006). *Personal Learning Environments. Independent Consultant, and School of Computer Science*. Manchester: University of Manchester.
- Illeris, K. (2003). Towards a contemporary and comprehensive theory of learning. *Int. J. of lifelong education*, 22(4), 396-406.
- Illeris, K. (2009). A comprehensive understanding of human learning. En *Contemporary Theories of Learning. Learning theorists in their own words*. New York.
- Martín-Barbero, J. (2000). *Culturas/Tecnicidades/Comunicación*. Recuperado de <http://www.oei.es/historico/cultura2/barbero.htm>
- Mena, A., Golbach, M. & Véliz, M. (2012). *La Influencia de los hábitos de estudio en el rendimiento de los alumnos ingresantes*. Recuperado de <https://www.soarem.org.ar/Documentos/48%20Mena.pdf>
- Ogburn, W. & Thomas, D. (1922). «Are inventions inevitable?», *Political Science Quarterly*, 34, 83-98.
- Prado, J. (2001). La competencia comunicativa en el entorno tecnológico: desafío para la enseñanza. *Revista comunicar*, 21-30.
- Quintanilla, M. (1998). Técnica y cultura. Teorema:

- Revista Internacional de Filosofía*, 17, 49-69.
- Rodríguez, R. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. *Profesorado*, 15(1), 9-22.
- Salomon, G. & Perkins, D. (1987). Transfer of Cognitive Skills from Programming: When and How?. *Journal of Educational Computing Research*, 3(2), 149-169.
- Salomon, G. (1992). Las diversas influencias de la tecnología en el desarrollo de la mente. *Infancia y aprendizaje*, 58, 143-159.
- Salomon, G., Perkins, D. & Globerson, T. (1992). Coparticipando en el conocimiento: la ampliación de la inteligencia humana con las tecnologías inteligentes. *Comunicación, lenguaje y educación*. 13, 6-22
- Schunk, D. (1997). *Teorías del aprendizaje*. Ciudad de México: Atlacomulco.
- Tunnerman, C. (1998). *La educación superior en el umbral del siglo XXI*. Caracas: Cresalc/UNESCO.
- Urevbu, A. (1997). *La Cultura y la Tecnología*. Nigeria: Universidad de Benin
- Vygotsky, L. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Paidós
- Zambrano, J., Vallejo, M. & Ángel, I. (2013). Estrategias de aprendizaje mediadas tecnológicamente para potenciar el aprendizaje significativo. *Revista Puente*, 7 (2), 15-28.
- Zapata-Ros, M. (2012). *Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos. Bases para un nuevo modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo”*. Departamento de Computación, Universidad de Alcalá, España. Recuperado de: http://eprints.rclis.org/17463/1/bases_teoricas.pdf

AUTORES

Juan Zambrano Acosta. Comunicador Social – Periodista de la Universidad Pontificia Bolivariana. Especialista en Administración de Tecnologías para la Comunicación Virtual de la Universidad Manuela Beltrán. Magíster en Tecnología Educativa con énfasis en medios innovadores para la educación del Instituto Tecnológico de Monterrey. Doctorando en Ciencias de la Educación de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (*E-mail: juan.zambrano@upb.edu.co*)

Andrea Stephanía Ávila Albaracín. Estudiante de la Licenciatura Inglés-Español, Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: andreas.avila@upb.edu.co*)

Alicia Steffany Estrada Osorno. Estudiante de la Licenciatura Inglés-Español, Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: alicia.estrada@upb.edu.co*)

Juan Manuel Estrada Díez. Estudiante de la Licenciatura Inglés-Español, Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: juanma.estrada@upb.edu.co*)

Gloria del Pilar Londoño Gallego. Licenciada en educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e Idioma extranjero: Inglés, Magíster en Educación de la Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: gloria.londonog@upb.edu.co*)

Karen Présiga Cuartas. Estudiante de la Licenciatura Inglés-Español, Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: karen.presiga@upb.edu.co*)

Yesenia Rincón Vasco. Estudiante de la Licenciatura Inglés-Español, Universidad Pontificia Bolivariana. (*E-mail: yesenia.rincon@upb.edu.co*)

Recibido el 23 de Septiembre de 2016.

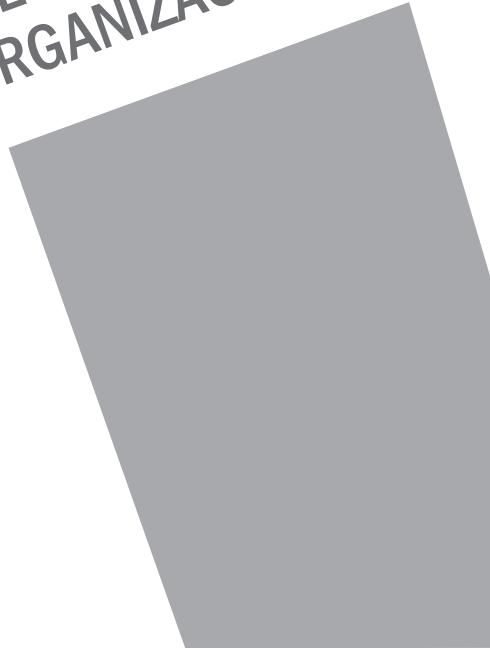
Aceptado el 9 de Noviembre de 2016.

Publicado el 15 de Diciembre de 2016.

Citar este artículo como

Zambrano, J., Ávila, A.S., Estrada, A.S., Estrada, J.M., Londoño, G.P., Présiga, K. & Rincón, Y. (2016). La tecnología en los procesos cognitivos y culturales: una resignificación de las prácticas educativas. *Revista TECKNE*, 14(2), 28-40

ADMINISTRACIÓN Y
GESTIÓN DE LAS
ORGANIZACIONES



CINCO ESTRATEGIAS GERENCIALES PARA LA GESTIÓN DE CAMBIO

FIVE MANAGEMENT STRATEGIES FOR MANAGEMENT CHANGE

N.C. Berdugo-Silva^{1,2} y W.Y. Montaño-Renuma¹

¹Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia

²Universidad de Baja California, Tepic Nayari, México

RESUMEN

El ritmo vertiginoso del mundo actual es tal que incluso llega a ser augurio del fin de los tiempos, sin embargo, las diferentes organizaciones y sistemas que lo componen tienen que adecuarse a los cambios políticos, sociales, culturales y económicos recientes. Dentro de las organizaciones que deben generar grandes transformaciones en sus procesos internos se encuentran las empresas, para de esta forma, poder entrar en un ejercicio de competitividad, respondiendo a las necesidades de la comunidad. Es por esta razón que el presente artículo busca reconocer las estrategias gerenciales para la gestión de cambio en las organizaciones a través de la utilización de un enfoque cualitativo, un paradigma fenomenológico - hermenéutico, bajo el tipo de investigación revisión documental. El desarrollo del artículo permitió proponer cinco estrategias que pueden ser útiles en este proceso: 1. El endomarketing como aliado, 2. Tener una idea clara, comunicación suficiente y acciones certeras, 3. Información en números, 4. Acompañamiento y apoyo del empleador, y 5. Responsabilidad compartida; consideradas así como estrategias necesarias para afrontar y desarrollar las acciones de cambio, concluyendo que las empresas deben realizar constantemente acciones que permitan adaptarse a las necesidades y cambios sociales logrando ser competitivas.

PALABRAS CLAVE: Administración empresarial, Estrategias Gerenciales, Gestión de Cambio, Necesidad de Innovación, Redes de Apoyo.

ABSTRACT

The dizzying pace of today's world is such that it even bodes well for the end of time; however, the different organizations and systems that compose it must adapt to recent political, social, cultural and economic changes. Within the organizations that which must generate great transformations in their internal processes are the companies, to be able to enter an exercise of competitiveness, responding to the needs of the community. It is for this reason that the present article seeks to recognize management strategies for managing change in organizations through the use of a qualitative approach, a phenomenological - hermeneutic paradigm, under the type of documentary review research. The development of the article allowed us to propose five strategies that may be useful in this process: 1. The endomarketing as an ally, 2. Having a clear idea, sufficient communication and accurate actions, 3. Information in numbers, 4. Accompaniment and support from the employer, and 5. Shared responsibility; considered as necessary strategies to face and develop the actions of change, concluding that companies must constantly carry out actions that allow them to adapt to the needs and social changes and become competitive

KEYWORDS: : Business Management, Management Strategies, Change Management, Innovation Need, Support Networks.

I. INTRODUCCIÓN

Muy trillado resulta hoy en día hablar de Taylor, Fayol y los demás padres de la administración tradicional,

de sus teorías de producción en masa y de la tan documentada, conocida y estudiada era industrial.

Igualmente resultaría repetitivo entrar al extremo filosófico de la administración moderna, en la que casos como Google, Ikea y Star Box, se volvieron motivo de experimentación exitosa e inspiración para muchas compañías. En este contexto, una afirmación positiva y optimista pretende creer que las organizaciones están encontrando por fin un lugar dentro de la historia ya que son reconocidas por su labor y éxito, dando relevancia a nivel global a la gestión del cambio de las organizaciones. Lo anterior permite que surja la siguiente pregunta ¿Es entonces la gestión del cambio un proceso administrativo o humano?

Hasta ahora comienza a entenderse que la gestión del cambio, lejos de ser un simple enfoque filosófico, es cada vez más una necesidad evidenciada por el ritmo acelerado de los cambios tecnológicos y el grado de innovación que requiere el mundo de hoy en todos los aspectos. Lo relevante, es que quienes llevan a cabo esos cambios son las personas, los colaboradores, empleados, asociados, o cualquiera de los distintos nombres que han asignado las empresas, en un esfuerzo por alejarse del temido concepto de recurso humano. Por tanto, el objetivo principal de este artículo está enfocado en reconocer las estrategias gerenciales para la gestión de cambio en las organizaciones, para que de esta forma quienes laboran en ellas asimilen y entiendan el cambio como una posibilidad para llevar a la organización al éxito.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

El siguiente artículo se orienta bajo un enfoque cualitativo, el cual, de acuerdo a Rodríguez, Gil & García se refiere a aquel que “es aplicado en un campo interdisciplinario, transdisciplinario y en muchas ocasiones contradisciplinario, utiliza un enfoque multimetodológico, además está sometido a la comprensión interpretativa de la experiencia humana, en donde el investigador debe tener sensibilidad, interpretativa, postmoderna y crítica” (1996, p.9), ayudando al investigador a leer textos y contextos para poder analizar un tema en específico. Igualmente, está basado en un paradigma fenomenológico-hermenéutico el cual “busca profundizar en la investigación, planteando diseños abiertos y emergentes desde la globalidad y contextualización” (Ricoy, 2006, p.17), debido a que a través de la praxis se generan procesos reflexivos sobre el fenómeno a estudiar o intervenir, comprendiendo la realidad de una manera integral. Así mismo, toma como tipo de investigación la revisión documental, el

cual permite a través de la revisión de textos reflexionar sobre un fenómeno social, esto es sustentado por Amador citado por Rodríguez & Valldeoriola como el proceso que requiere de “la consulta documental, contraste de información y análisis histórico del problema” (s.f, p.18).

Fue así como se tomaron como fuentes 18 artículos y libros cuyo análisis y sistematización de la información dio paso al desarrollo de la temática a abordar citándose varios de estos como referentes bibliográficos en el documento que se presenta a continuación.

III. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA

A. IMPORTANCIA DEL CAMBIO Y SU GESTIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

Las empresas realizan un ejercicio de cuestionamiento constante que lleva a la renovación continua de las tecnologías de las organizaciones para el mejoramiento de los procesos operativos. Sin embargo, durante la revisión documental se identificó que varios autores sustentan la idea de que la mayoría de empresas siguen negándose a modificar las prácticas operativas, pues se encuentran en un estado de *confort*.

Es necesario entender que las organizaciones más allá de ser canicas rebotando en un mundo cada vez más dinámico, son organismos vivos que se auto regulan y organizan. Sobre este tema, los investigadores Pulgarín & Claros (2008) plantean un interesante documento en el cual, es posible comprender la complejidad de la organización como ser vivo, que muta y por tanto se mueve y cambia, obligando a las organizaciones a moverse y salir de esa zona de *confort* y comenzar a buscar el cambio. Lo anterior, permite recalcar la importancia de que las empresas se preocupen por gestionar el cambio de forma voluntaria, antes de que este se dé por una necesidad ya que como diría Hamel, (2008) “si el cambio se da por necesidad, ya no surtirá el efecto deseado ni su impacto será tan efectivo”(p.33); toda vez que las empresas viven al borde del caos surge como necesidad entender la complejidad de su situación y los efectos que tendrá a futuro para la organización. Es así como la complejidad de las situaciones exige una intervención reflexiva, un modo diferente de ver las cosas desde distintas perspectivas y ángulos, para ver el caos como oportunidad de cambio. Es necesario identificar que existen muchos tipos de cambios a nivel empresarial como el de “tipo estructural, organizativo,

tecnológico, cultural, entre otros” (Stacey, 1996, p. 311), caracterizados por el tiempo, magnitud y ritmo en el que se desarrollan.

De igual forma, es preciso comprender que el cambio en las organizaciones se da ya sea de manera voluntaria u obligatoria, pues al considerarse seres vivos se denota la acción de las empresas por buscar siempre su propio orden en un proceso de complejidad creciente teniendo en cuenta las diferentes variables del cambio, puesto que esto permite “el analizar los desafíos para transformar las acciones organizacionales” (Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación, 2000, p.21). Igualmente, las organizaciones al someterse al cambio se vuelven cada vez más complejas pues estas acciones se convierten en una ayuda para el cumplimiento de los objetivos empresariales.

No obstante, es importante reconocer que los cambios traen consigo la incertidumbre, pues todo cambio la genera como consecuencia lógica de su naturaleza, sin embargo y a pesar de lo que puedan producir las situaciones de cambio, las organizaciones siempre están tendientes a gestionar diferentes acciones que ayuden a optimizar su ejercicio productivo, puesto que como lo establece Manucci (2006) “existe la necesidad de generar un modelo diferente de gestión que permita participar de la complejidad y de la interacción y abandonar la rigidez del control por la dinámica de la gestión” (p.10).

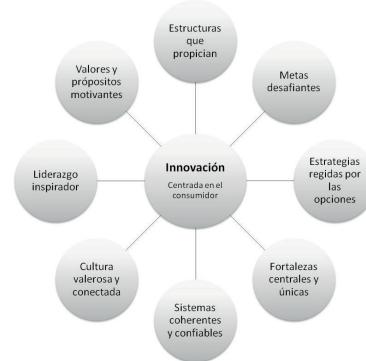
B. LAS PERSONAS. CLAVE PARA UNA GESTIÓN DEL CAMBIO EXITOSA.

Teniendo en cuenta lo anterior, es claro que al realizarse cualquier proceso de gestión del cambio se hace necesario conformar un equipo de trabajo ya que “hace parte de las nuevas concepciones organizacionales” (Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación, 2000, p.11), debido a que este se encarga de evaluar a cabalidad cada uno de los efectos que puede producir en la organización y la sociedad en general, analizando los intereses de la empresa, su visión clásica de la administración, las repercusiones y la complejidad de las personas en su empresa como recurso fundamental para lograrlas, entonces, al final se encuentra sin quererlo, en un constante cambio de discurso según el público al que se dirija.

Por supuesto, no es fácil enfrentarse a los cambios, aunque los casos actuales son muchos, es más cómodo para los líderes de las grandes empresas seguir con el legado de las administraciones clásicas, debido a que

para la organización se han convertido en “propuestas claras que constituyen los pilares del desarrollo administrativo” (Martínez, 2005, p.69). Pero esto pone de manifiesto la importancia de advertir a los líderes empresariales, sobre el peligro y la falsa ilusión de ventaja brindada por el equilibrio. Si la empresa no se mueve y se prepara, no podrá conservar un *status*, sino que será movida y empujada por el sector mismo, por sus clientes, empleados, o por otras empresas, debido a que no estar preparados para el cambio no quiere decir que éste no suceda y por el contrario, no generarlo puede ser catastrófico.

Autores como Charan & Lafley (2009) complementan lo anteriormente establecido, pues en su libro analizan el caso de innovación de la empresa Procter & Gamble (P&G), desde el cual invitan al lector a entender la innovación, no como un proceso científico o limitante de un departamento o sector de las organizaciones, sino como un fundamento del negocio. Proponen además, un nuevo orden para la formulación de las estrategias empresariales, en las cuales la innovación sea el motor y fundamento para el planteamiento de dichas estrategias, invirtiendo el orden tradicional por el cual primero se hace la definición estratégica para un periodo de tiempo, y luego se busca cómo, por intermedio de la innovación (en el mejor de los casos), se cumplirán los objetivos. La teoría desarrollada por estos autores, en torno al caso de P&G, brinda un importante punto de partida para comprender las motivaciones de los colaboradores de las organizaciones, frente al proceso de innovación (Figura 1).



Fuente: (Charán & Lafely, 2009)

Figura 1. Elementos que impulsan la Innovación

Toda esa necesidad de innovación tiene un centro: las personas. Como se puede ver en la gráfica de Charán & Lafely (2009), el caso de P&G tiene su motor de cambio en escuchar a sus clientes, en entrar en un

contacto más directo, y trasladar toda este conocimiento a una fuerza innovadora con la gente, así como en los empleados y colaboradores que, impulsados generan mayores y mejores beneficios en la productividad. Es de esta forma, como se logra entender y comprender, que después de analizar las diferentes perspectivas y abordajes al proceso de cambio empresarial, solo hay un factor clave en cualquiera de ellos, las personas. Son ellas, quienes deciden si llevan el cambio a cabo, o si la energía de la resistencia tiene mayor poder.

Una explicación sencilla de la energía de la resistencia es abordada por el profesor José Ramón Betancourt, quien define esta energía como un modelo de oposición basado en el concepto de actuar para que nada ocurra. Sin embargo, también plantea la gestión estratégica como el cuarto poder “basado en la gente y establece que cada gerente o líder es quien debe generar, dentro de su propia gestión, las estrategias anticipativas y adaptativas requeridas para sobrevivir y ser competitivos a corto, mediano y largo plazo” (2000, p. 24).

Las estrategias anticipativas a las que hace referencia el autor, sirven para responder a los cambios del entorno, mientras que las adaptativas sirven para que las personas se conviertan en promotores del cambio, haciendo que la competencia se adapte al ritmo que la organización lo requiera, fenómeno al que el profesor Betancourt llama la empresa proactiva. En esta misma línea, Gubman (2000) hace referencia a “la importancia de las personas en el proceso empresarial y como parte vital de la estrategia organizativa” (p.10).

C. LAS POLÍTICAS ORGANIZACIONALES COMO ESTRATEGIAS GERENCIALES PARA LA GESTIÓN DEL CAMBIO.

El pilar que permite enmarcar a las estrategias utilizadas por las organizaciones son las “Políticas”, las cuales pueden ser consideradas como las normas que indican el camino que debe seguir la entidad y el comportamiento que se debe dar ante las circunstancias cambiantes ya que, una política “es aquella directriz o criterio de acción para guiar el proceso de toma de decisiones” (Servicio Nacional de Aprendizaje, s.f, p.13). Por tanto, es a través de identificar y fijar las formas como se consiguen los objetivos a corto plazo y cómo estos objetivos serán permeados por el entorno, lo que hace que esté en constante cambio. Esta política guía a los gerentes o estrategas en cuanto al manejo de la empresa asignándoles los límites y los recursos, tanto humanos como financieros, necesarios para cumplir con las metas propuestas; es por esta razón, que se hablará

de cinco políticas que pueden beneficiar a desarrollar la gestión del cambio.

La primera política centra al Endomarketing como una de las políticas clave para gerenciar el cambio dentro de las empresas. En su sentido más básico, este término hace referencia a los procesos de marketing interno. Parafraseando a Max Neef (1991) los sujetos son incapaces de percibir la totalidad de las cosas y todo se desarrolla en lo que él llama una acción local, un ser que fragmenta para entender su entorno, que ve la realidad trisada para poder rearmarla según su propio entender. Así mismo, el marketing hace que la responsabilidad recaiga en la organización, en los procesos de comunicación para informar a los colaboradores sobre lo sucedido en la empresa desde una visión holística, y ayudarle a comprender el contexto en el que la empresa está sumergida, estableciendo estrategias de sensibilización frente a los diferentes procesos que se emprenden para el crecimiento o evolución de la empresa, antes de que el cliente externo los conozca porque esto refleja “el valor de transparencia de las empresas” (Schnarch, 2011, p.29).

En concordancia, se deben utilizar los canales de comunicación interna antes de ser aplicados y utilizados para que estén articulados con unos estudios previos de las audiencias con las que se va a intervenir, puesto que su ubicación geográfica y el área en donde laboran influyen en su impacto y desarrollo, evaluando así los canales correctos y los mensajes adecuados para generar grandes impactos en las comunidades.

La segunda, se centra en establecer claramente los objetivos que orientaran las acciones de gestión del cambio dentro de la organización conjugándolo con el objetivo fundamental de la empresa, creando una propuesta de endomarketing como clave para el avance y crecimiento de las organizaciones, dado que es un modelo básico y sencillo para gestionar el cambio, dado que según Baekdal, Hansen, Todbjørn & Mikkelsen (2006), “el cambio introduce nuevas formas de pensar y actuar en los actores que compone a la empresa, tendientes a aceptar las transformaciones” (p.16)

La tercera política, es la información en números, centrada principalmente en la medición de impactos y ejercicios productivos dentro de la empresa. Es por esta razón que son muchos los indicadores que pueden traducirse en números para hacer un proceso de seguimiento, utilizándose indicadores como los canales

de comunicación implementados para informar sobre el cambio, sus índices de efectividad, la disposición de sus agentes de cambio y de las audiencias finales. Sirviendo como información estratégica para el desarrollo de la gestión del cambio, gracias a que los indicadores se enfocan principalmente en lograr “el mejoramiento continuo a través de un seguimiento detallado de las actividades organizacionales” (Silva, 2011, p.7).

La cuarta política por su parte, establece que los gerentes de las empresas deben acompañar y apoyar a los colaboradores en el proceso de adaptación al cambio, puesto que se ha visto que muchos de los empleadores al atravesar un cambio, sobrecargan de trabajo a sus empleados para poder responder al nuevo proyecto y de esta manera a su compromiso como organización, olvidando por consiguiente, que los colaboradores son un gran apoyo para la productividad de la empresa, pues el éxito se dará si el empleador apoya a su equipo, de forma tal que el empleado “mantiene su motivación para adaptarse a los cambios y necesidades de la organización” (Fernández, 2002, p.66), lo que favorece al rendimiento y ganancias de la empresa. Es por esto, que se resalta la importancia de que el gerente sea quien acompañe y apoye los procesos de transformación dentro de las organizaciones para lograr mejores resultados.

La responsabilidad compartida como quinta y última política propuesta, permite que la gestión de cambio no recargue la responsabilidad en un solo actor, sino que, por el contrario, permita distribuir las necesidades entre los diferentes sujetos que participan en la empresa debido a que las redes de apoyo “abren la puerta a espacios comunes en donde podemos tener acceso a mayores oportunidades y beneficios” (Corporación Somos Más y Fundación Saldarriaga Concha, 2007, p.10), realizando así un trabajo en red que atraerá excelentes resultados.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A través de la revisión y análisis realizado, es posible concluir que las políticas permiten a las empresas generar cambios estructurados dentro de sus ejes productivos y organizacionales, puesto que en la actualidad son muchas las innovaciones tecnológicas que dejan a un lado empresas que siguen rigiéndose por un modelo tradicionalista, clásico y lineal. Sin embargo, se observó que los documentos que hablan sobre las experiencias de cambio en las pequeñas empresas son muy pocos,

lo que genera un gran vacío en el conocimiento de las gestiones de cambio de las pequeñas empresas, dado que el cambio de una micro empresa es muy diferente al de una gran empresa reconocida a nivel mundial, ya que los procesos de productividad son diferentes y su estructura organizacional varía dependiendo de su composición o fuente de financiación.

No obstante, como regla general se requiere que las empresas logren adaptarse a los cambios vertiginosos provocados por las dinámicas y necesidades sociales, teniendo la capacidad para movilizar cada uno de sus recursos económicos, organizacionales y humanos, mostrando su capacidad de innovar, insertándose así en el campo de la competitividad, acoplándose a los desafíos gerenciales y administrativos de la actualidad. Igualmente, el cambio es considerado como una constante dentro de las empresas, pues la lógica del mercado y del servicio lleva a las empresas a convertir sus procesos de productividad en algo más eficiente y optimo tendiente siempre a responder a unas necesidades sociales, para entrar en la competitividad del mercado. Lo anterior, muestra que es necesario que en los procesos de cambio de las organizaciones se tome en cuenta a las empresas como un sistema, en donde cada uno de los actores que la componen interviene en sus transformaciones, facilitando los procesos de adaptación al cambio o por el contrario dificultan su desarrollo.

Es de anotar que los gerentes al realizar procesos de gestión del cambio, deben evitar caer en la lógica del capital humano, donde ven a sus empleados como simples objetos, sobrecargándolos laboralmente, para conseguir una buena productividad y mayor capital. Esta lógica debe ser más bien remplazada por una que vea a los trabajadores como colaboradores que contribuyen a través de sus acciones al logro de objetivos, realizando las acciones laborales basadas en el apoyo y seguimiento del empleador.

Así mismo, las políticas que se implementen dentro de la organización centradas en la gestión del cambio deben tener las siguientes características: la primera, es la comunicación, la cual permite informar a los colaboradores lo que sucede en la organización; la segunda, es la creatividad para poder desarrollar acciones tendientes al cambio; la tercera, es evaluar constantemente las acciones que se realizan, para medir sus efectos; la cuarta, es el trabajo colaborativo entre empleados y empleador y finalmente se encuentra la distribución de responsabilidades para asumir los efectos de la gestión del cambio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Militar Nueva Granada, por permitir llevar a cabo esta investigación, pues el presente artículo es un producto de avance del proyecto de Investigación “Factores de Riesgos Psicosociales Asociados al Síndrome de Burnout en los docentes de planta UMNG”, INV-HUM 2040.

REFERENCIAS

- Baekdal, T., Hansen, K., Todberj, L., Mekkelsen, H. (2006). *Change Management Handbook*. Recuperado de <http://www.baekdal.com/downloads/changemanagement-en.pdf>
- Betancourt, J. (2002). *Gestión estratégica: Navegando hacia el cuarto paradigma*. Venezuela, Porlamar: TGRED Ediciones.
- Charan, R. & Lafley, A. (2008). *Cambio de Juego: Como impulsar el crecimiento de los ingresos y de las ganancias mediante la innovación*. España, Barcelona; Ediciones Granica.
- Corporación Somos Más y Fundación Saldarriaga Concha. (2007). *Guía para el fortalecimiento y articulación de redes de organizaciones sociales*. Recuperado de: <http://redes.somosmas.org/images/1/11/GuiaFortalecimientoRedes>
- Fernández, S. (2002). El desarrollo profesional de los trabajadores como ventaja competitiva de las empresas. *Cuadernos de Gestión*, 2(1). Recuperado de <http://www.ehu.eus/cuadernosdegestion/documentos/214.pdf>
- Gubman, E. (2000). *El talento como solución: como alinear estrategias y personas para obtener resultados extraordinarios*. Colombia, Bogotá: Editorial McGraw Hill.
- Hamel, G. (2008). *El Futuro de la Administración*. Colombia, Bogotá: Editorial Norma
- Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación. (2000). *Desafíos de la educación. Un Mundo de Cambio vertiginoso*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001591/159155s.pdf>
- Manucci, M. (2006). *La estrategia de los cuatro círculos: Diseñar el futuro en la incertidumbre del presente*. Colombia, Bogotá: Editorial Norma.
- Martínez, J. (2005). Administración y Organizaciones. Su desarrollo evolutivo y las propuestas para el nuevo siglo. *Revista Semestre Económico*, 8(16). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1650/165013663004.pdf>
- Neef, M. (1991). *La incertidumbre de la certeza y las posibilidades de lo incierto*. En E. Valls (Presidencia), Primer Congreso internacional de la Creatividad. Conferencia llevada a cabo en el Congreso de la Universidad Javeriana, Bogotá.
- Pulgarín, S. & Claros, P. (2008). *Hacia una teoría de las organizaciones: una mirada desde las ciencias de la complejidad y la biología*. (Tesis de maestría). Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá, Colombia.
- Ricoy, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación. *Educao Revista do Centro de Educacao*, 31(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1171/117117257002.pdf>
- Rodríguez, D. & Valldeoriola, J. (s.f). *Metodología de la investigación*. Recuperado de http://zanolaria.com/syllabi/m1019/mat_cast-nodef/PID_00148556-1.pdf
- Rodríguez, G., Gil, J. & García, E. (1996). *Tradición y enfoques en la investigación cualitativa*. Málaga, España: Ediciones Aljibe. Recuperado de <http://www.albertomayol.cl/wp-content/uploads/2014/03/>
- Schnarch, A. (2011). *¿Cómo obtener clientes satisfechos y leales, bajo una perspectiva latinoamericana?*. Colombia, Bogotá: Ecco Ediciones
- Servicio Nacional de Aprendizaje. (S.f). *Estrategias y políticas en la empresa*. Recuperado de https://senaintro.blackboard.com/bbcswebdav/institution/semillas/137126_1_VIRTUAL/contenidos/oaaps/oaap1/oas/oa_estratopolitemp/pdf/oa_estrategias_y_politicas_en_la_empresa.pdf
- Silva, D. (2011). *Teoría de indicadores de gestión y su aplicación práctica*. (Tesis de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Stacey, R. (1996). Emerging strategies for a chaotic environment. *Long Range Planning*, 29(2), 182-189.

AUTORES

Norma Constanza Berdugo-Silva. Estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad Baja California, Magíster en Gestión de Organizaciones, Especialista en Mercadeo de Servicios y Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Militar Nueva Granada. Trabajadora Social Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente investigador de

tiempo completo Universidad Militar Nueva Granada.
(*e-mail: norma.berdugo@unimilitar.edu.co*).

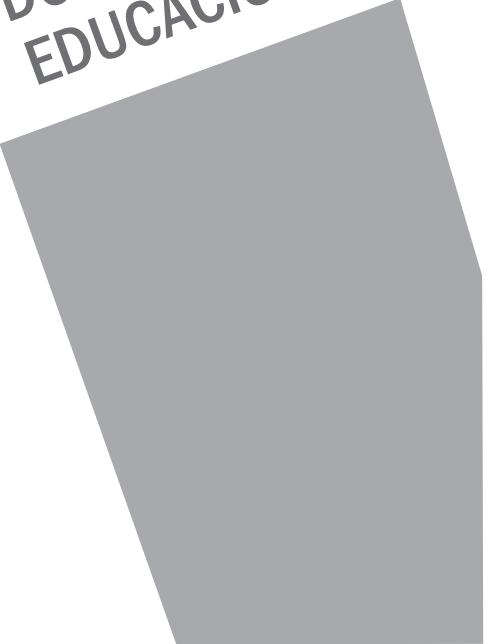
Wendy Yulieth Montaño-Renuma. Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Militar Nueva Granada. Trabajadora Social Fundación Universitaria Unimonserrate. Asistente de Investigación de la Universidad Militar Nueva Granada. (*e-mail: wendy2909@gmail.com*).

Recibido el 1 de agosto de 2016.

Aceptado el 1 de noviembre de 2016.

Publicado el 15 de diciembre de 2016.

Citar este artículo como
Berdugo-Silva, N.C., Montaño-Renuma, W.Y. (2016). *Cinco estrategias gerenciales para la gestión del cambio. Revista TECKNE, 14(2), 42-48*



DOCENTES Y
EDUCACIÓN

VIABILIDAD DE HERRAMIENTAS PARA LA CONFIGURACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RED EN LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS: UN ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS GENERADAS DESDE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA

FEASIBILITY OF TOOLS FOR THE CONFIGURATION OF NETWORK DEVICES AT THE FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS DISTRICT UNIVERSITY: AN ANALYSIS OF THE PROPOSALS GENERATED FROM THE UNIVERSITY COMMUNITY

L.A. Restrepo Suarez¹ y G.A. Higuera-Castro¹

¹Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Ingeniería en Telecomunicaciones

RESUMEN

Actualmente hay una necesidad general de hacer más asequible la información necesaria para realizar cambios en la programación de *switches* y *routers*. En el presente artículo se estudia cuán funcionales y viables son algunos de los desarrollos que han surgido en esta materia, a partir de cuatro propuestas generadas desde la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como un esfuerzo por visibilizar los aportes de la comunidad universitaria en el campo de las telecomunicaciones. Luego de validar el marco conceptual se seleccionaron las propuestas y se revisó cual fue el proceso que siguieron; se evalúan los resultados obtenidos en estos estudios y su concordancia con el procedimiento ejecutado. A partir de este análisis se clarifica que es positivo el impacto de los desarrollos en herramientas de configuración de dispositivos de red, esperando que se constituyan en cimientos para futuras investigaciones y propuestas que simplifiquen este proceso.

PALABRAS CLAVE: Configuración Elementos de red, Router, Switch.

ABSTRACT

Nowadays, there is a general need to have more access to information to make changes in the programming of switches and routers. This paper studies how functional and viable are some of those that have been developed in this class, from four proposals generated by members of Francisco José de Caldas District University, as an effort to show the contributions of the University community to the field of telecommunications. After validating the conceptual framework, some proposals were selected and we analyzed the methodology of the process. The results were evaluated in these studies and the match of them with the procedure they executed. From the analysis it is qualified as positive the impact of the developments of setting tools for web devices, hoping for them to become part of the roots for future research and proposals that simplify this process

KEYWORDS: Configuration, Network elements, Switch, Router

I. INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones, se preocupan en gran medida por producir avances en tres ejes fundamentales: la portabilidad, la velocidad y la interconexión, es aquí donde una red representa un componente vital para las tecnologías, facilitando la interoperabilidad de las mismas.

Las redes están compuestas por elementos de red, que

actualmente se operan por medio de diversos protocolos de programación con características específicas que dependen de los fabricantes de estos dispositivos, lo que ocasiona que los elementos de red cuentan con marcadas diferencias entre sí y se encuentran en constante actualización (Ortega & Martínez, 2013; Universidad del Valle de México, 2015; Cisco, 2013). Lo anterior es sintetizado por Higuera (2016), de la siguiente manera:

Las comunicaciones a nivel mundial han evolucionado constantemente, lo cual ha llevado a que muchos proveedores desarrollen una variedad de dispositivos para configurar y administrar redes. Cada uno de ellos genera una serie de configuraciones diferentes, que además también poseen una gran cantidad de protocolos, esto da como resultado que dependiendo del proveedor y el equipo a configurar, existan aproximadamente 50 protocolos distintos para poder implementar en cada dispositivo y un sinfín de equipos dependiendo de marca y uso (p. 9).

En el presente artículo se expondrá la necesidad de unificar protocolos y lenguajes de programación para *switches* y *routers*, con el fin de poder vincular diferentes redes y sus elementos, analizando distintos modelos teóricos que se han generado respecto este tema en el seno de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC).

Para la realización de este trabajo se parte de la necesidad manifiesta de simplificar el proceso de configuración de los dispositivos de red, puesto que es necesario brindar entornos de configuración que fomenten la accesibilidad a la programación y proporcionen un enfoque lúdico útil en el ámbito académico.

II. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente artículo, se siguió una investigación descriptiva, realizada a través de una revisión inicial de fuentes bibliográficas y su posterior análisis. El requisito para la revisión sistemática de la información fue que abordaran el tema de la optimización de las configuraciones, proveedores y lenguajes de programación para *switches* y *routers* y que las investigaciones y propuestas se hubieran gestado en los últimos dos años al interior de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (ver tabla 1), con el objetivo de visibilizar los avances que en este aspecto surgen desde la facultad de Telecomunicaciones de dicha institución.

Posterior a esta revisión, se realizó una selección de cuatro propuestas de análisis y alternativas para la configuración de dispositivos de red (tabla 2). Los criterios principales para esta selección fueron:

1. Proceso: simplificación del proceso y amigables para el usuario.
2. Eficiencia: altos grados de abstracción y eficiencia.
3. Unificación de dispositivos: aún con diferentes

fabricantes de *routers* y *switches*, estos puedan ser unificados bajo un mismo programa, algoritmo o lenguaje.

4. Características de interoperabilidad (portabilidad, velocidad e interconexión).
5. Accesibilidad (lenguajes de programación)

Tabla 1.

Fuentes encontradas respecto a *switches* y *routers* de acuerdo a los criterios de selección de bibliografía inicial

AUTORES	TÍTULO	AÑO
JONATHAN A. RODRÍGUEZ Y ROBINSÓN GONZÁLEZ R.	DESARROLLO DE MODELO PARA ESTANDARIZAR LA CONFIGURACIÓN DNS EN ROUTERS DE DOS DIFERENTES PROVEEDORES.	2016
JUAN CAMILO ARAQUE Y SINDY LORENA ESPINOSA T.	DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA CONFIGURACIÓN VLAN DE SWITCH DE LAS PLATAFORMAS CISCO Y HUAWEI.	2015
GUSTAVO A. HIGUERA	METAMODELO Y HERRAMIENTA DSL PARA CONFIGURACIONES EN DISPOSITIVOS DE REDES SOPORTADO EN LA INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS.	2016
CARLOS SIERRA Y DAVID RAMÍREZ BUITRAGO	DESARROLLO DE UN ALGORITMO PARA LA CONFIGURACIÓN DE DOS TECNOLOGÍAS DE ROUTERS UTILIZANDO ARQUITECTURA DIRIGIDA POR MODELOS.	2015
DANIEL FELIPE GARZÓN TRIANA	PROTOTIPOS DE LENGUAJE DE DOMINIO ESPECÍFICO PARA CONSULTA DE CONFIGURACIONES DE DISPOSITIVOS EN REDES COMO ESTÁNDAR BASADO EN INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS.	2016
JERSON IGUA HERRERA Y OSCAR ALEJANDRO SUAREZ	ESTUDIO, EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO EN TECNOLOGÍAS CISCO Y MIKROTIK.	2015

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.

Fuentes seleccionadas para la revisión y análisis sistemático de información respecto a *switches* y *routers*

AUTORES	TÍTULO	AÑO
GUSTAVO A. HIGUERA	METAMODELO Y HERRAMIENTA DSL PARA CONFIGURACIONES EN DISPOSITIVOS DE REDES SOPORTADO EN LA INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS.	2016
CARLOS SIERRA Y DAVID RAMÍREZ BUITRAGO	DESARROLLO DE UN ALGORITMO PARA LA CONFIGURACIÓN DE DOS TECNOLOGÍAS DE ROUTERS UTILIZANDO ARQUITECTURA DIRIGIDA POR MODELOS.	2015
DANIEL FELIPE GARZÓN TRIANA	PROTOTIPOS DE LENGUAJE DE DOMINIO ESPECÍFICO PARA CONSULTA DE CONFIGURACIONES DE DISPOSITIVOS EN REDES COMO ESTÁNDAR BASADO EN INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS.	2016
JERSON IGUA HERRERA Y OSCAR ALEJANDRO SUAREZ	ESTUDIO, EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO EN TECNOLOGÍAS CISCO Y MIKROTIK.	2015

Fuente: Elaboración Propia

Por último, se elaboró un análisis comparativo de estas cuatro propuestas de tal forma que se pudiera dar respuesta a la pregunta planteada respecto a la viabilidad de configurar dispositivos de red de diferentes tecnologías y fabricantes mediante una única herramienta.

Los trabajos tomados como referencia exponen alternativas para solucionar la dificultad que representan los dispositivos de red a la hora de aplicar o consultar su configuración. Dicha dificultad radica en la gran variedad de protocolos de red, referencias de equipos y fabricantes que los proveen.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la metodología planteada, a continuación se realizará una breve presentación de las propuestas base para el análisis comparado.

En el trabajo de Ramírez & Sierra (2015), se hace el desarrollo de un algoritmo para la configuración de dos tecnologías de *routers* utilizando arquitectura dirigida por modelos. Los autores desarrollaron una herramienta de configuración programada en un lenguaje orientado a objetos, que permite la configuración de equipos de dos fabricantes: Cisco Systems y Mikrotikls Ltd. (Mikrotik), considerando la dificultad existente para la configuración de dos dispositivos de red de diferentes tecnologías. La herramienta se plantea como un algoritmo modelado usando las directrices de la arquitectura dirigida por modelos (MDA) y para probar su aplicabilidad se implementa dicha herramienta a través de los lenguajes Java y Python que son muy conocidos entre los usuarios.

Para las opciones administrables, Cisco permite a los usuarios interactuar con el Cisco IOS por medio de la interfaz de línea de comandos de IOS, que proporciona un conjunto fijo de comandos de múltiples palabras. Precisamente esta opción de múltiples comandos está orientada a profesionales con ciertos conocimientos y experiencia en dispositivos de red Cisco.

En tanto, Mikrotik no sólo se ofrece como herramienta de configuración a Winbox para realizar la modificación de parámetros de un *router*, sino que también está habilitada una interfaz web similar al entorno de Winbox con menús desplegables, la diferencia está en que no permite conexiones por medio de la dirección

física. Acerca del tratamiento a través de consola para envío de líneas de comandos RouterOS en conjunto con Mikrotik, se facilitan conexiones a través de PuTTY y de la consola de comandos de Windows o Linux. Estas últimas consolas se configuran a partir de los servicios o servidores Telnet, previa configuración del equipo.

Al implementar este algoritmo, Ramírez & Sierra (2015) pretenden reducir el tiempo que le toma a un usuario sin conocimientos avanzados en redes la configuración de algunos parámetros de un *router*.

Para evaluar la aplicabilidad del algoritmo, los autores realizaron un ejercicio de campo con una muestra de 14 personas con escasos conocimientos en redes, que arrojó resultados positivos en cuanto a viabilidad de la herramienta, como queda expuesto por los autores

....ya que los usuarios aceptan la interfaz en el diseño, además se observa que es fácil el uso de la misma, pero se obtiene una variación en tiempos de programación en ambas interfaces esto debido a las habilidades de cada usuario con el manejo de ambas plataformas (Ramírez & Sierra, 2015, p. 63).

Por otro lado Higuera (2016) desarrolla un metamodelo y herramienta de Línea de Abonado Digital DSL, por su sigla en inglés (*Digital Subscriber Line*) para configuraciones en dispositivos de redes soportado en la ingeniería dirigida por modelos. Esta propuesta plantea que, aunque existen diversas herramientas para configurar elementos de red, es necesario un estudio previo de las mismas para poder emplearlas. Dada la multiplicidad de proveedores, tecnologías y protocolos es necesario emplear un tiempo importante en el conocimiento de esta información.

Muchos proveedores desarrollan una variedad de dispositivos para configurar y administrar redes. Cada uno de ellos genera una serie de configuraciones diferentes, que además también poseen una gran cantidad de protocolos, esto da como resultado que, dependiendo el proveedor y equipo a configurar, existan aproximadamente 50 protocolos distintos para poder implementar en cada dispositivo y un sinfín de equipos dependiendo marca y uso.

Por lo tanto, Higuera (2016) elige la herramienta CNPGraph la cual, teóricamente, simplifica el proceso al estandarizar y mejora la administración de redes; llevando a que, independientemente del proveedor

(Cisco, Huawei, Mikrotik, Linksys, etc), se pueda configurar de forma adecuada y eficiente cualquier protocolo. Esta herramienta de configuración fue planteada y desarrollada hasta nivel de simulación por Garzón, Montenegro & Gaona (2016) y posteriormente implementada y evaluada por Higuera (2016), obteniendo resultados favorables cuando se ejecutó sobre *switches* y *routers* de manera satisfactoria.

Garzón, *et al.*, (2016) desarrollaron, ante el problema que representa la existencia de diversos protocolos, marcas y tecnologías de equipos de red, un par de herramientas para configuración de dispositivos de red de diferentes fabricantes, uno de naturaleza gráfica y uno con ambiente de texto. Emplearon entonces un entorno de código abierto para el desarrollo de lenguajes de programación y lenguajes específicos de dominio (DSL) llamado Xtext para Crear CNPTexT (herramienta con entorno de texto). Por otro lado, la herramienta de entorno gráfico CNPGraph fue creada con SIRIUS que es un generador mediante el cual se definen editores gráficos, puntos de vista de diagramas, tablas y árboles con un alto nivel de personalización que permite evaluar los cambios en tiempo real.

Como resultado de esta propuesta se estableció que el DSL de entorno gráfico además de simplificar la programación resulta ser más robusto que el entorno textual (sin que esto represente que este último no sea una optimización útil), cuestión que también referencian los autores mediante un estudio de percepción entre usuarios, con el cual determinó, entre otras cosas, que el DSL gráfico recibió mayor aceptación.

Por último, se analiza el trabajo de Igua & Suarez (2015), quienes utilizan protocolos de enrutamiento en tecnologías Cisco y Mikrotik. Los protocolos de enrutamiento determinan la mejor ruta a cada red, la cual luego se agrega a la tabla de enrutamiento. Uno de los principales beneficios de usar un protocolo de enrutamiento dinámico es que los *routers* intercambian información de enrutamiento cuando se produce un cambio de topología.

Dado que comúnmente no se tiene acceso a muchos dispositivos ya sea en el entorno laboral o académico, el aprendizaje práctico de la configuración de estos dispositivos se dificulta enormemente. Para mitigar este problema los autores simulan redes, empleando el protocolo de enrutamiento BGP (*Border Gateway Protocol*) para elementos de red cisco y RIPv2 (*Routing*

Information Protocol Version 2) para elementos de red Mikro-Tik; también generan manuales paso a paso, que son ubicados en un espacio Web de libre acceso, para ser utilizados en la UDFJC. Luego de evaluar los resultados se considera que la herramienta Web que arrojó esta propuesta resulta útil para facilitar las prácticas académicas, lo que redundará en un mejor aprovechamiento de las mismas:

Las prácticas de laboratorio generadas serán un gran soporte para la implementación de estudios y capacitaciones en los programas de redes de datos de la Universidad Distrital, principalmente en los laboratorios de la facultad tecnológica ya que teniendo los equipos físicos y las prácticas realizadas los estudiantes podrán afianzar conocimientos teóricos (Igua & Suárez, 2015, p. 95).

IV. CONCLUSIONES

Los cambios en las telecomunicaciones presentan actualmente un sinnúmero de desafíos para los nuevos profesionales en esta rama, sobre todo en cuanto a las necesidades de realizar avances y desarrollos técnicos orientados a simplificar la configuración de dispositivos de red que se vean reflejados en términos de la portabilidad, la velocidad y la interconexión. Si bien es cierto que hasta el momento, ninguno de los avances es tan robusto como para establecerse como una herramienta universal, sí se están realizando esfuerzos desde los centros educativos para lograr desarrollos viables y de alto impacto en el tema.

Uno de los principales desafíos que se encuentran para ideas como las presentadas en este artículo, tiene que ver con lograr que los desarrollos planteados no se queden solamente en lo teórico si no que pasen a la vida diaria, haciendo reales las propuestas de simplificación de los lenguajes de programación y el uso de dispositivos para que estos no se permanezcan solamente como valores agregados ofrecidos por los fabricantes.

A lo largo de la revisión de las cuatro propuestas presentadas aquí, se observan como son muchas las variables a tener en cuenta cuando se diseñan herramientas de configuración, por lo que los desarrollos en la materia se orientan a los elementos de red más comerciales y/o comunes, de forma que solucionen una necesidad inmediata y local. Por ejemplo la herramienta CNPGraph se puede entender como un desarrollo relativamente completo gracias a que su entorno gráfico

facilita la experiencia del usuario, sin embargo, es de lamentar que esta sea solamente una herramienta de consulta y que requiera de otros lenguajes de programación para aplicar la configuración a routers y switches.

Por otro lado gracias a MDA y MDE la posibilidad de que más estudiantes se den a la tarea de optimizar la configuración de elementos de red es mayor, puesto que el desarrollo de modelos es más eficiente y rápido que la creación de código fuente.

Es inevitable pensar lo interesante que sería que los fabricantes de dispositivos de redes invirtieran esfuerzos en simplificar los procesos de configuración, haciendo dispositivos que empleen protocolos más comunes. Sin embargo, es entendible que esto no sea una realidad toda vez, que el nivel de abstracción del protocolo es inversamente proporcional a la complejidad en las capacidades del dispositivo; dicho de otra forma, si se esperan dispositivos más complejos sería necesario que su configuración sea más densa.

No obstante a los impedimentos que surgen desde los fabricantes líderes en el mercado para la generación de herramientas simplificadoras, cabe resaltar que desde la Universidad Distrital Francisco José de Caldas se ha generado en los últimos años toda una línea investigativa (Grupo de Investigación en Interconexión de Redes Académicas, 2016), que tiende a hacer reales los desarrollos de una única herramienta que resuelva los inconvenientes que se presentan en términos de variedad de dispositivos, lenguajes de configuración, portabilidad y simplificación de uso e instalación de las redes.

El llamado es a continuar con las inquietudes generadas en los estudiantes de la facultad tecnológica una vez graduados los profesionales, puesto que las tesis artículos y trabajos de grado siempre corren el riesgo de convertirse en literatura gris y los esfuerzos invertidos en investigación y desarrollo se diluyen en el tiempo.

Los cuatro trabajos citados como base de este artículo muestran viabilidad técnica para su desarrollo y aunque ninguno plantea una solución completa, sí abonan el camino investigativo para lograrlo, de ahí la importancia de visibilizar estos esfuerzos manifestar la necesidad latente del pronto desarrollo técnico en este campo de la ingeniería en telecomunicaciones.

REFERENCIAS

- Araque, J.C. & Espinosa, S.L. (2015). *Desarrollo de un modelo para la configuración vlan de switch de las plataformas Cisco y Huawei*. (Tesis de Pregrado). Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- CISCO. (2013). *Introducción y configuración del Spanning Tree Protocol (STP) en los switches Catalyst, Switching de LAN : Protocolo de árbol de expansión*. Recuperado de http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA/7/73/73037_5.html.
- Garzón, D., Montenegro, C., & Gaona, P. (2016). Lenguaje de dominio específico para configuración de dispositivos de redes. *Ingeniería solidaria*, 12(20), Recuperado de <http://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/download/1417/1525>
- Grupo de Investigación en *Interconexión de Redes Académicas*. (2016). Recuperado de <http://giira.udistrital.edu.co/cvlac/>
- Higuera, G.A. (2016). *Metamodelo para configuraciones en dispositivos de redes como estándares soportado en la ingeniería dirigida por modelos* (Tesis de Maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4310/1/HigueraCastroGustavoAdolfo2016.pdf>
- Igua, J. & Suarez, O. (2015). *Estudio, evaluación y comparación de protocolos de enrutamiento en tecnologías Cisco y Mikro-Tik* (Tesis de Pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/2835>
- Ramírez, D. & Sierra, C. (2015). *Desarrollo de un algoritmo para la configuración de dos tecnologías de routers utilizando MDA* (Tesis de Pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/4660>
- Rodríguez, J. & González, R. (2016). *Desarrollo de modelo para estandarizar la configuración DNS en routers de dos diferentes proveedores*. (Tesis de Pregrado). Recuperado de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5338/1/RodriguezChaparroJonathanAndres2016.pdf>
- Ortega, E. y Martínez, L. (2013). *Protocolos Manejados por Switches*, Prezi. Recuperado de https://prezi.com/q51_d0o2rmpa/protocolos-manejados-por-switches/

Universidad del Valle de México. (2015). *Introducción al Enrutamiento CCNA 2 RED II*. Recuperado de <https://sites.google.com/site/ccna2redii/1-introduccion-al-enrutamiento>.

AUTORES

L.A. Restrepo Suárez, Estudiante de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia (*e-mail: restrepose@outlook.com*).

G.A. Higuera Castro, Tecnólogo en electrónica, ingeniero de Telecomunicaciones, Magíster en Ciencias de la Información y Comunicaciones con Énfasis en Teleinformática y docente investigador de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia (*e-mail: gahiguera@udistrital.edu.co*).

Recibido el 15 de octubre de 2016.

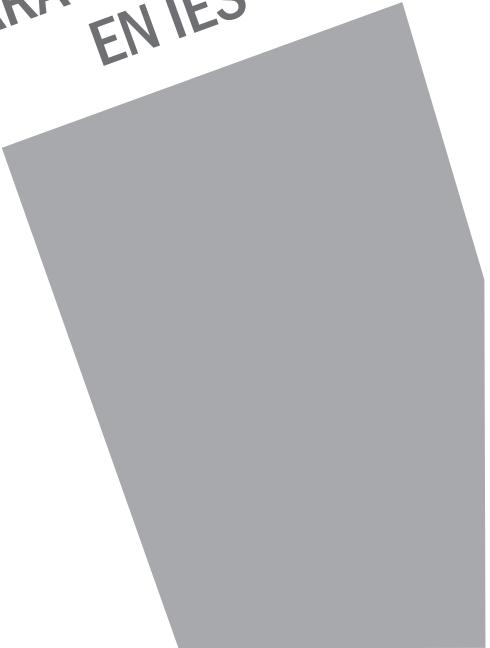
Aceptado el 28 de noviembre de 2016.

Publicado el 15 de diciembre de 2016.

Citar este artículo como

Restrepo, L.A. & Higuera-Castro, G.A. (2016). *Viabilidad de herramientas para la configuración de dispositivos de red en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: Un Análisis de las propuestas generadas desde la comunidad universitaria*. Revista TECKNE, 14(2), 50-55

USO DE
HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS
PARA LA GESTIÓN
EN IES



PROTOTIPO DE SISTEMA PARA REGISTRO DE NOTAS IMPLEMENTANDO EL ALGORÍTMO DE CIFRADO AES (ADVANCE ENCRYPTION STANDARD) BAJO LA TECNOLOGÍA PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

PROTOTYPE OF GRADES REGISTRATION SYSTEM IMPLEMENTING AES (ADVANCE ENCRYPTION STANDARD) ALGORITHM OVER
TECHNOLOGY PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

A.R. Guarnizo Sánchez¹, G. Ardila Mancera²

¹ Universidad Piloto de Colombia, Bogotá, Colombia

² Universidad Minuto de Dios, Bogotá, Colombia

RESUMEN

El prototipo de sistema de registro de notas implementando el algoritmo de cifrado AES (*Advance Encryption Standard*) bajo la tecnología PLC (*Power Line Communications*) busca describir los procesos necesarios para la implementación del algoritmo AES en un sistema de registro de notas para una institución educativa, de forma tal que permita aumentar la seguridad en los procesos de carga de notas evitando así la manipulación de las mismas sin la debida autorización. Con el fin de obtener dicho objetivo, se plantea el uso del AES como algoritmo de cifrado e interfaces de usuario de autenticación y registro. Además de ello, se resalta la tecnología de conexión, la cual se encuentra netamente basada en PLC, siendo el hecho de transmitir la información por la red eléctrica un factor que garantiza un nivel mucho más alto de seguridad, ello en cuanto a lo poco común del medio, lo cual se ve reflejado en las limitadas herramientas que permitan capturar el tráfico y afectar la confidencialidad de la información.

PALABRAS CLAVE: Cifrado, Confidencialidad, Integridad, Procesos de Filtrado de Información.

ABSTRACT

The prototype system of recording of notes implementing the AES encryption algorithm under the Power Line Communications (PLC) technology seeks to describe the processes required for the implementation of the AES algorithm in a system of registration of notes for an educational institution, in such a way that allows to increase the security in the processes of load notes thus avoiding manipulation of the same without the proper authorization. In order to obtain this objective, considering the use of the AES as the encryption algorithm and user interfaces for authentication and registration. In addition it highlights the connection technology, which is clearly based on PLC (Power Line Communication), being the fact to transmit the information through the electrical network a factor which ensures a much higher level of security, that in regard to the rarity of the medium, which is reflected in the limited tools that allow to capture the traffic and affect the confidentiality of the information.

KEYWORDS: Cipher, Confidentiality, Information Filtering Processes, Integrity.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la mayoría de las instituciones educativas, especialmente aquellas de educación superior, hacen uso de plataformas en línea lo cual permite a los docentes, entre otras actividades, realizar la carga de notas. Estos sistemas pueden ser de bastante utilidad dado su facilidad de manejo, economizando tanto en tiempo como en recursos. Sin embargo, se ha observado que para que

dichos sistemas sean eficientes es necesario garantizar que no sean manipulados por personas no autorizadas en ningún momento (integridad), y que al momento de registrar la información esta no pueda ser vista por entes externos (confidencialidad); el cumplimiento de estos dos objetivos permite hablar entonces, de la construcción de un sistema seguro en términos de seguridad informática.

La integridad del sistema “se garantiza por medio del uso del algoritmo de cifrado AES” (Pousa, 2011, p. 9), el cual cuenta con la propiedad de difusión al momento de cifrar, esto es, que si se cambia un solo carácter en el texto plano todo el bloque correspondiente al texto cifrado sufrirá un cambio, complementado por un sistema de cifrado de bloques junto a un vector de inicialización, el cual permite que la información varíe en cada transmisión de forma que, si un atacante busca descifrar el sistema sea más complejo.

En cuanto a la confidencialidad del sistema se plantean varios elementos para su cumplimiento, estos son (Bisch *et al.*, 2008; Haykin, 2002; Tomasi, 1994):

- **Equipos de modulación y demodulación:** Para que la información pueda ser transmitida por la red eléctrica ésta se ha de adecuar con el fin de acoplarse a la señal existente en la red. Si en dado caso un atacante tiene como objetivo capturar la información, deberá tener a su disposición los equipos destinados para ello.
- **Frecuencias de modulación:** El proceso de adaptación de la señal para conectarla a la red eléctrica (etapa totalmente simulada), denominado modulación, en el caso particular modulación FSK; ésta en su funcionamiento presenta dos frecuencias. Dichas frecuencias representan directamente los valores lógicos 1 o 0 esto es, señal con frecuencia de 100KHz indica un 0 lógico, mientras una con frecuencia de 200KHz representa un 1 lógico. Si un atacante obtiene la información de la red eléctrica, debe identificar las frecuencias de operación, de otra forma la información no le es legible.
- **Filtrado de señales de información:** Una vez las señales son moduladas, en el proceso de adaptación se deben sumar a la señal propia de la red eléctrica; para ello se hace uso de filtros eléctricos. Si un atacante busca extraer los datos de la red, deberá conocer las frecuencias de corte.

Este artículo busca describir los procesos necesarios para la implementación del algoritmo AES (*Advance Encryption Standard*), empleado en un sistema de registro de notas para una Institución Educativa, bajo la tecnología PLC (*Power Line Communications*), como una estrategia segura para la realización del proceso.

II. DISEÑO METODOLÓGICO

A. TIPO DE ENFOQUE, ALCANCE, TÉCNICAS Y RECURSOS

La presente investigación se realizó bajo un enfoque

mixto, bajo el alcance explicativo por medio de un diseño experimental, el cual se lleva a cabo para “analizar si una o más variables independientes afectan a una o más variables dependientes y por qué lo hacen (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p.122), ya que el objeto de estudio consiste en brindarle propiedades de integridad y confidencialidad a un sistema de información académico.

Como técnicas para llevar a cabo el estudio, se realizaron observaciones de campo, en la cuales fue necesario el acompañamiento directo durante el proceso de digitación de notas, con el fin de levantar la información pertinente y así generar la solución apropiada a los requerimientos de las personas que directamente hacen uso de los sistemas informáticos académicos.

Los recursos empleados para la realización de los procesos fueron: el sistema de información en el que los docentes ingresan sus notas y equipos de cómputo con conexión a Internet.

B. DESARROLLO DE LA IMPLEMENTACIÓN

El proceso de cifrado constó de dos partes para garantizar su éxito, estas fueron: el algoritmo a utilizar y el modo de operación del cifrado. El primero consiste en la metodología del algoritmo y la forma en que los datos son procesados para que no sean reconocidos, en cuanto al modo de operación, es el proceso de manipulación de los bloques de información con los cuales se garantiza confidencialidad e integridad en el mensaje a cifrar (Pousa, 2011).

También es necesario para la producción del proceso, entender la metodología utilizada para el uso de las líneas eléctricas como medio de transmisión, esto implica los factores para su funcionamiento y la seguridad que el mismo representa con respecto a la información.

• *Algoritmo de Cifrado.*

El proceso de cifrado inició con la creación del bloque del texto, en él se realiza un cambio de las letras correspondientes al texto claro con respecto al código ASCII, posteriormente se dividen en grupos de 16 letras, es decir 128 bits los cuales se arreglan en una matriz de 4x4. El siguiente paso, consistió en la creación de una clave de igual tamaño que los bloques de texto a cifrar la cual servirá para cifrar de forma única el texto deseado. Posteriormente sobre los bloques de texto claro se les aplicarán 4 transformaciones en una serie de rondas, las cuatro transformaciones son: SubBytes,

ShiftRows, MixColumns y Round Key (Bisch *et al.*, 2008; Chapman, 2007; Ortega, & Trefftz, 2010; Siddha, Pallipadi, & Mallick, 2007).

• **Modo de Operación**

El modo de operación del sistema es denominado CBC (Cipher Block Chaining), consiste en realizar una operación XOR entre un Vector de Inicialización (VI) y el texto plano antes de pasar por el cifrado. El objetivo de la operación se basó en que sin importar el mensaje a enviar, su equivalente cifrado fuera distinto, para ello se escogió un VI el cual varía bajo cada envío de información, es decir un número pseudo-aleatorio. Para el caso particular se hizo uso de un vector creado por el estado del tiempo (día, fecha, hora y minuto), permitiendo así que tanto el equipo emisor como el receptor puedan tener acceso al mismo vector sin necesidad de enviarlo en el mensaje, evitando así que pueda ser capturado en el proceso (Bisch *et al.*, 2008; Chapman, 2007; Ortega, & Trefftz, 2010; Siddha, Pallipadi, & Mallick, 2007; Gramma, Gupta, Karypis & Kumar, 2003).

• **Power Line Communications.**

Las comunicaciones por la red eléctrica implican un proceso mediante el cual se toma una señal de información, y se adecúa con el fin de inyectarla a la línea eléctrica, la recuperación de la señal tomada de la línea implica similares características de aplicación (Bruce, 2007; Conde, 2010; Depedro, 2008; Frenzel, 2003; Nilsson, 2005).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez aplicado el algoritmo AES, bajo la tecnología PLC, en el sistema de registro de notas en la Institución Educativa, se encontraron tanto ventajas como desventajas del proceso. Dentro de las ventajas observadas se tienen:

- En caso de querer ser interceptada la comunicación se ha de contar con los equipos necesarios para ello, dado que el medio de transmisión no es el habitual.
- El contar con un VI diferente en cada hora, hará mucho más compleja la labor de intentar descifrar la información transmitida, asumiendo que se cuenta con el equipo idóneo para lograr capturar ésta.
- Se cuenta con una llave de cifrado diferente en cada hora, lo cual hace aún más complejo el intentar descifrar la información.

En tanto, como desventajas del proceso se encuentra que:

- Si bien se disminuyen tiempos en el proceso de ingreso de notas, la necesidad de cifrar y descifrar la información en la herramienta puede llegar a tomar un tiempo mayor al habitual, ello en la etapa de autenticación.
- El hecho de necesitar de módems PLC, a pesar de ser un factor a favor, también puede llegar a ser un factor en contra, ello en cuanto a la inversión de equipos se refiere.

IV. CONCLUSIONES

Contar con un sistema de ingreso de notas por parte del docente que no garantice de ninguna manera la seguridad de la información, resulta ser un factor realmente preocupante tanto para el docente como para el estudiante, pues en cualquier momento podrían verse beneficiados o perjudicados por acciones de terceros, sumado el hecho de dañar en parte la reputación de un docente, y en general de la Universidad involucrada, ante lo cual surge el desarrollo del presente proyecto como alternativa poco convencional de solución a dicha problemática.

La selección de un algoritmo seguro puede ser tedioso ya que es posible no tener en cuenta todos los factores que influyen en los sistemas de una institución. Sin embargo, al revisar las pruebas y tópicos evaluados en la selección de AES, se observa la fortaleza de Rijndael, y las referencias brindadas por los entes que lo eligieron dan la garantía de seleccionar un algoritmo eficiente y seguro entre otras cualidades.

Ahora bien, si al proceso de transmisión por medio de la red eléctrica se suma el hecho de contar con un sistema de cifrado, es claro que incrementa notoriamente la seguridad de dicha comunicación, ello en cuanto a integridad y confidencialidad se refiere principalmente, puesto que, de querer capturar la información que circula en el medio, se hace necesario contar con el equipo adecuado que permita capturar información de la red eléctrica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi familia, por su constante apoyo en todos los aspectos en este proceso académico,

de igual forma, a los docentes, directivos y compañeros que de una u otra forma han aportado en el desarrollo.

REFERENCIAS

- Bisch, C., Bucker, M., Gibbon, P., Joubert, G., Lippert, T., Mohr, B. & Peters, F. (2008). *Parallel Computing: Architectures, Algorithms and Applications*. USA: Advances in Parallel Computing, 15, USA: IOS Press.
- Bruce C. (2007). *Sistemas de Comunicación*. México: Mc Graw Hill.
- Conde, L. (2010). *Aplicaciones Prácticas en Cuba de las Power Line Communications*. III Congreso Internacional de Telecomunicaciones Ip. Cuba.
- Chapman, B. (2007). *The Multicore Programming Challenge, Advanced Parallel Processing Technologies*. New York: Lecture Notes in Computer Science.
- Depedro, R. (2008). *Power Line Communications for the Electrical Utility*. Barcelona: La Salle School of Engineering.
- Frenzel, L.E. (2003). *Sistemas Electrónicos de Comunicaciones*. México: Mc Graw Hill.
- Haykin, S. (2002). *Sistemas de Comunicación*. España: Editorial LIMUSA.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M.P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Bogotá: McGraw Hill.
- Nilsson, J.W. (2005). *Circuitos Eléctricos*. España: Prentice Hall.
- Grama, A., Gupta A., Karypis G. & Kumar V. (2003). *Introduction to Parallel Computing*. USA: Second Edition. Addison Wesley.
- Ortega, J. & Trefftz, H. (2010). *Parallelizing AES on multicores and GPUS*. Medellín, Colombia: rvirtual.
- Pousa, A. (2011). *Algoritmo de Cifrado Simétrico Aes. Aceleración de Tiempo de Cómputo Sobre Arquitecturas Multicore*. Argentina: Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata.
- Siddha, S., Pallipadi, V. & Mallick, A. (2007). Process Scheduling Challenges in the Era of Multicore Processors. *Intel Technology Journal*, (11)4.
- Tomasi, W. (1994). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*. México: Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

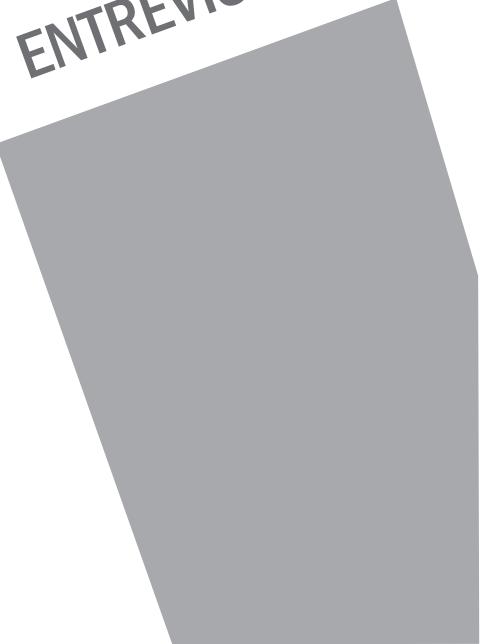
AUTORES

Alan Ricardo Guarnizo Sánchez. Especialista en seguridad informática y docente de profesión. Certificación como auditor interno ISO 27001:2013. Experiencia como desarrollador web Frontend-Backend. Administrador de Red. Docente con más de 5 años de experiencia en el área de Redes y Seguridad Informática. (*e-mail: aguarnizo@uniminuto.edu.co*).

Giovanni Ardila Mancera. Ingeniero de Sistemas, Opcionado a titularse como Master en Dirección Estratégico en Ingeniería de Software. Experiencia como docente universitario por más de 6 años, líder de investigación del programa tecnológico de Redes de Computadores y Seguridad Informática. Autor del libro Educación superior para personas con discapacidad visual y auditiva una aproximación desde la metodología de la investigación (Agosto 2015). (*e-mail: gardila@uniminuto.edu.co*).

Recibido el 15 de septiembre de 2016.
Aceptado el 30 de noviembre de 2016.
Publicado el 15 de diciembre de 2016.

Citar este artículo como
Guarnizo, A.R & Ardila, G. (2016). Prototipo de sistema de registro de notas implementando el algoritmo de cifrado AES (Advance Encryption Standard) bajo la tecnología PLC (Power Line Communications). Revista TECKNE, 14(2),57-60



ENTREVISTA

UN CORAZÓN APASIONADO POR LA INVESTIGACIÓN JORGE REYNOLDS, EL DESTACADO COLOMBIANO INVENTOR DEL MARCAPASOS HABLA Y OPINA DE CIENCIA E INNOVACIÓN

A PASSIONATE HEART ABOUT INVESTIGATION

JORGE REYNOLDS, THE OUTSTANDING COLOMBIAN INVENTOR OF THE PACEMAKER TALKS AND OPINES ABOUT SCIENCE AND INNOVATION

L.A. García-Galindo¹ y Y. Orlik¹

¹ Fundación Universitaria Horizonte - UniHorizonte, Bogotá, Colombia

RESUMEN

TECKNE entrevistó al colombiano inventor del marcapasos, el Doctor Jorge Reynolds, quien compartió con los lectores de la revista sus experiencias en investigación y desarrollo desde la ingeniería aplicada a las ciencias médicas y la biología, como lo es el estudio del corazón de la ballena, el mamífero más grande conocido, junto con sus avances más recientes, por ejemplo, el desarrollo de un nano-marcapasos de un tamaño más pequeño que un grano de arroz y un estetoscopio que junto con una aplicación para teléfonos móviles puede ayudar en el diagnóstico de patologías cardíacas. El Doctor Reynolds también enfatizó en la alta responsabilidad que tienen los entes gubernamentales, los medios de comunicación y la empresa privada en la promoción y difusión de los nuevos conocimientos gestados por los jóvenes Colombianos.

PALABRAS CLAVE: bioingeniería, ciencia e innovación, Jorge Reynolds, nano-marcapasos.

ABSTRACT

TECKNE interviewed the Colombian inventor of the pacemaker, Dr. Jorge Reynolds, who shared with the readers of the journal his experiences in development and research from engineering applied to medical and biological sciences, as the study of whale's heart, the largest mammal known, along with his most recent advances such as the development of a nano-pacemaker which has a size smaller than a grain of rice and a stethoscope which together with a mobile application can help in the diagnosis of cardiac pathologies. Doctor Reynolds also emphasize the high responsibility of government agencies, the media and the private sector in the promotion and dissemination of new knowledge gestated by young Colombians.

KEYWORDS: Bioengineering, science and innovation, Jorge Reynolds, nano-pacemaker

I. INTRODUCCIÓN

El Doctor Jorge Reynolds es un ingeniero electrónico colombiano, que ha dedicado su vida a su pasión, la ingeniería aplicada a los sistemas vivos. Es así como el Doctor Reynolds, enfocó sus conocimientos en ingeniería para desarrollar el primer marcapasos artificial, invento que ha salvado millones de vida y resguardado otras tantas.

Su amor por la investigación lo ha llevado a seguir trabajando en pro de otros inventos aplicados a la medicina desde la biología y la fisiología de los organismos, así como a participar en múltiples charlas, seminarios y encuentros con jóvenes investigadores colombianos a quienes anima para que desarrollos sus

capacidades y pasiones a través de la multidisciplinariedad y la investigación aplicada a problemas reales del país en busca de soluciones pertinentes.

II. INVESTIGACIONES RECIENTES

DOCTOR REYNOLDS, CUÉNTENOS ACERCA DE SUS INVESTIGACIONES MÁS RECIENTES.

Mis investigaciones más recientes van dirigidas todas hacia la cardiología y puntualmente a la cardiología vista desde la parte de ingeniería. Estamos trabajando en varios nuevos desarrollos, como lo es el nuevo nano-marcapasos, el cual está hecho con nanotecnología. Este elemento cuenta con un tamaño de aproximadamente la cuarta parte

de un grano de arroz. Se implanta endocárdicamente por medio de un catéter y dentro de las novedades del nano-marcapasos se resalta el hecho de que ya no usa batería, sino que funciona por el sistema de pisoeléctricidad la cual produce la corriente para su funcionamiento. El tiempo de implantación del nano-marcapasos es de tan sólo 15 minutos y la cirugía es totalmente ambulatoria. Además al no utilizar batería, limitante de los actuales marcapasos para su funcionamiento, consideramos que el nuevo nano-marcapasos tendrá una vida útil de aproximadamente 50 años. Así mismo, cabe resaltar que el dispositivo puede ser controlado y monitoreado desde el teléfono del médico tratante y así, en caso de presentarse una falla, esta se manifestará mediante una alarma en el teléfono del médico, quien podrá modificar los parámetros de funcionamiento del nano-marcapasos desde su celular.

También, en este momento estamos trabajando en algo muy interesante que ha sido inspirado en el hecho de que este año se cumplen doscientos años de la invención del fonendoscopio (figura 1). El fonendoscopio ha sido el implemento médico que más cambios ha tenido en la historia, aunque sigue conservándose como el instrumento insignia de la profesión, al ser fundamental en el momento del diagnóstico. Hemos comenzado a trabajar en la idea de hacer un fonendoscopio que dé el diagnóstico de las patologías empleando los sonidos del corazón. La idea es comparar los sonidos del corazón del paciente con una biblioteca de sonidos y de esta manera dar al médico la opción de tener un diagnóstico mucho más robusto. Este adelanto sería trascendental, por ejemplo, para los estudiantes de medicina que realizan su año rural en poblaciones muy apartadas en las cuales no se pueden realizar electrocardiogramas, porque no se cuenta con los equipos, ya que los médicos podrían diagnosticar a sus pacientes empleando su fonendoscopio y la aplicación instalada en su celular.



Fuente: Reporteros Revista TECKNE

Figura 1. Doctor Jorge Reynolds sosteniendo el libro conmemorativo "Bicentenario de la invención del fonendoscopio (1816-2016)".

III. INGENIERÍA APLICADA A LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS

CÓMO SURGIÓ LA IDEA O EL INTERÉS EN REALIZAR INVESTIGACIÓN APLICADA DE LA INGENIERÍA EN LOS CAMPOS DE LA MEDICINA Y LA BIOLOGÍA?

Hoy en día podríamos decir que el médico depende de los ingenieros, los físicos, los químicos, los biólogos, y en general de diferentes profesiones para que su desempeño sea exitoso; puesto que en realidad todo el conocimiento es interdisciplinario dado que otras profesiones como la ingeniería, son las que le dan las herramientas al médico para poder trabajar en lo que es realmente que hacer médico que es diagnosticar y realizar el seguimiento a sus pacientes.

CUÉNTENOS UN POCO ACERCA DEL PROYECTO REALIZADO CON BALLENAS EN EL CUAL USTED DISEÑÓ UN SISTEMA PARA PODER MONITOREAR EL CORAZÓN DE ESTE MAMÍFERO.

Trabajamos durante casi 28 años para conocer cómo funcionaba el corazón de la ballena, el mamífero más grande que existe y ha existido. El corazón de este mamífero es aproximadamente 4500 veces más grande que el corazón humano (figura 2) por lo que comprender su funcionamiento es supremamente interesante. De hecho, muchas de las ideas para la fabricación del nano-marcapasos provienen de los conocimientos a nivel de fisiología obtenidos del estudio del corazón de las ballenas.



Fuente: Reporteros Revista TECKNE

Figura 2. Modelo a escala del corazón de una ballena presente en la Fundación clínica Shaio

NOS GUSTARÍA SABER MÁS A PROFUNDIDAD ACERCA DEL PROYECTO EDUCATIVO QUE USTED REALIZÓ JUNTO CON ANA MARÍA NAVAS Y LA REVISTA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS, PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE EDUCATIVO EN BIOLOGÍA “SIGUIENDO LAS BALLENAS”. CÓMO SE APLICÓ ESTE SOFTWARE LUEGO DE SU PUBLICACIÓN?

Esta estudiante de biología realizó, para la época, un trabajo pionero relacionado con la divulgación de las ciencias, pues se realizó un DVD (figura 3) el cual se repartió a diversas instituciones. Esto fue muy atractivo, pues para esa época los DVD eran novedosos y el sólo hecho de recibirla motivaba a las personas de diversas edades a reproducirlo, conocer su contenido e interactuar con él.



Fuente: Reporteros Revista TECKNE

Figura 3. Siguiendo a las ballenas, software educativo desarrollado con cooperación del Doctor Jorge Reynolds

Adicionalmente, este software fue presentado dos veces en la feria internacional del libro de Bogotá y se dieron clases a estudiantes de diferentes grados y semestres empleando el DVD, lo cual motivó a muchos estudiantes a conocer sobre la temática. Sin embargo, entidades como Colciencias y el ministerio deberían ser las encargadas de realizar esta divulgación de trabajos que realizan los jóvenes investigadores para garantizar una mayor apropiación social del conocimiento y poder llegar de forma más fácil a empresas y entidades que estén trabajando en desarrollos similares o estén interesados en patrocinar una idea para llevarla a la realidad.

IV. DIFUSIÓN Y APROPIACIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO EN COLOMBIA

DE ACUERDO A SU EXPERIENCIA, CUÁL ES LA PRINCIPAL CARACTERÍSTICA QUE SE DEBE POTENCIAR EN LOS JÓVENES QUE EMPRENDEN SUS PRIMERAS INVESTIGACIONES?

Considero que hoy día las universidades en general, están promoviendo enormemente la investigación básica, e incluso en los colegios se han comenzado a realizar adelantos en mecatrónica entre otras disciplinas.

Sin embargo, en Colombia se evidencia un problema grave: se promueven y se realizan desarrollos muy interesantes por parte de los estudiantes, quienes incluso ganan premios a nivel internacional, pero luego de todo esto sus hallazgos quedan en el aire. Por lo que creo que debería incentivarse en los jóvenes una segunda parte, que debe ser promovida principalmente por el gobierno, en la que esos desarrollos puedan ser aplicados al interior de las industrias, los procesos productivos y la vida diaria de las personas.

CÓMO CREE USTED QUE LAS SOCIEDADES CIENTÍFICAS PODRÍAN ESTAR MÁS AL ALCANCE DE LOS INVESTIGADORES PARA QUE SE INCREmente EL INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTO EN ELLAS?

Es muy importante que todas las sociedades científicas, no sólo se preocupen por los profesionales y aquellos que ya están especializados, sino que también se cree una sección enfocada a esos nuevos posibles médicos, posibles ingenieros y en general para futuros profesionales en las diversas disciplinas, en las cuales estas sociedades científicas les enseñen cuáles pueden ser sus campos de acción y aportes en el futuro si siguen disciplinas de este tipo.

CÓMO CONSIDERA USTED QUE SE PUEDE ANIMAR A LOS INVESTIGADORES COLOMBIANOS PARA QUE CONFORMEN GRUPOS INTERDISCIPLINARIOS DE INVESTIGACIÓN APLICADA QUE CONTRIBUYAN AL DESARROLLO DE PROBLEMAS REALES EN NUESTRO PAÍS?

Este es uno de los puntos que creo firmemente que el gobierno debería comenzar a cultivar, pues aquellos investigadores incipientes cuyos estudios sean prometedores deberían ser formados desde el colegio y el inicio de la universidad, para así aprovechar muchísimos cerebros de jóvenes que pueden explorar la creatividad y sus nuevas ideas en cuanto a ciencia y tecnología.

RESPECTO A SUS EXPEDICIONES POR COLOMBIA QUÉ ESTRATEGIA CONSIDERA USTED QUE PUEDE IMPLEMENTARSE PARA HACER TRANSFERENCIA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS EN LAS CIENCIAS, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN A POBLACIONES RURALES EN NUESTRO PAÍS?

Todos estos son campos en los cuales los medios de comunicación como los periódicos, las revistas, la televisión y demás podrían tener bastante influencia. Sin embargo, sólo de forma ocasional nos encontramos con un artículo de nuevos desarrollos, los cuales deberían ser de interés público, en un periódico local; lo anterior debido a que muchos de los avances científicos son noticias, que a juicio de los medios, no producen dinero y por lo tanto no son difundidos.

CONSIDERA QUE LA DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN POR OTROS MEDIOS COMO FOTOGRAFÍA, CORTOMETRAJES Y REPORTAJES, COMO ALGUNOS DE LOS QUE USTED HA REALIZADO, PUEDE FAVORECER A LA APROPIACIÓN DE CONOCIMIENTO POR UN GRUPO MÁS AMPLIO DE PERSONAS?

Si, obviamente yo creo que existe material suficiente en diferentes instituciones de educación, centros de investigación, hospitales y diversas industrias, en las cuales se están gestando desarrollos, como los que seguramente se dan en su institución (Figura 4) que podrían ser dados a conocer por estos medios para llegar así a un mayor número de personas. Sin embargo como lo expresé previamente, los medios convencionales poco difunden estos hallazgos y avances y falta divulgación. Podría decirse incluso que las pocas veces que se televisa o se escribe sobre algún adelanto científico, existe detrás de esto algún patrocinio apalancando esta difusión.

Además el aparecer en un corto o un reportaje sería un gran incentivo para un joven que haya logrado un desarrollo y que de manera gratuita se muestre a otros su avance.



Fuente: Reporteros Revista TECKNE

Figura 4. Miembros del equipo de investigadores de Unihorizonte en compañía del Doctor Jorge Reynolds

QUÉ CONSEJO O RECOMENDACIÓN LE GUSTARÍA DAR A LOS LECTORES DE TECKNE PARA QUE SE ANIMEN A COMUNICAR SUS HALLAZGOS Y NUEVO CONOCIMIENTO CON OTROS APASIONADOS POR LA INVESTIGACIÓN?

Yo se lo difícil que es penetrar en el común de las personas con una revista de tono científico como la de ustedes, pero me parece muy importante que las revistas comiencen a estudiar diversas posibilidades para obtener una mayor divulgación y de esta forma una vez más público conozca la revista, sus artículos y escritos, muchos más podrán animarse a escribir sobre sus investigaciones en ellas.

AGRADECIMIENTOS

La revista TECKNE agradece al Doctor Jorge Reynolds por su disposición e interés en realizar esta entrevista.

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,

1.ciudad y país de cada uno.

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

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

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

5.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

Páginas web: Apellido, A.A. (Año).Título página web. Recuperado de 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

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, 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 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

1.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

Websites: Last name, A.A. (Year) .Title of website. Recovered from 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.

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

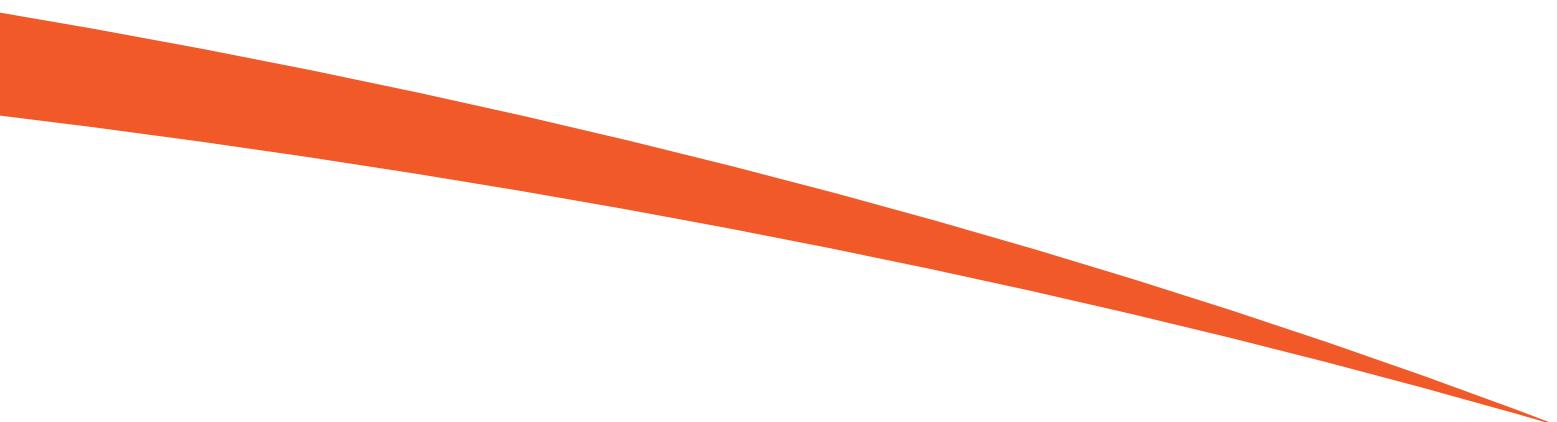
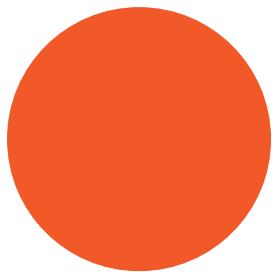
Escribir con letras mayúsculas de imprenta:

Nombre: <input type="text"/>	Apellido(s): <input type="text"/>	
Institución: <input type="text"/>		
Teléfono: <input type="text"/>	Dirección: <input type="text"/>	
Ciudad: <input type="text"/>	Dept: <input type="text"/>	País: <input type="text"/>
Estado: <input type="text"/>	Zona Postal <input type="text"/>	E-mail: <input type="text"/>

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



/fundacionunihorizonte



@UniHorizonte

**018000 187 197 - PBX: 743 7270 - ☎ 321 920 8288
Calle 69 No. 14-30 Bogotá - Colombia**

Certificados en:



Vigilada MinEducación