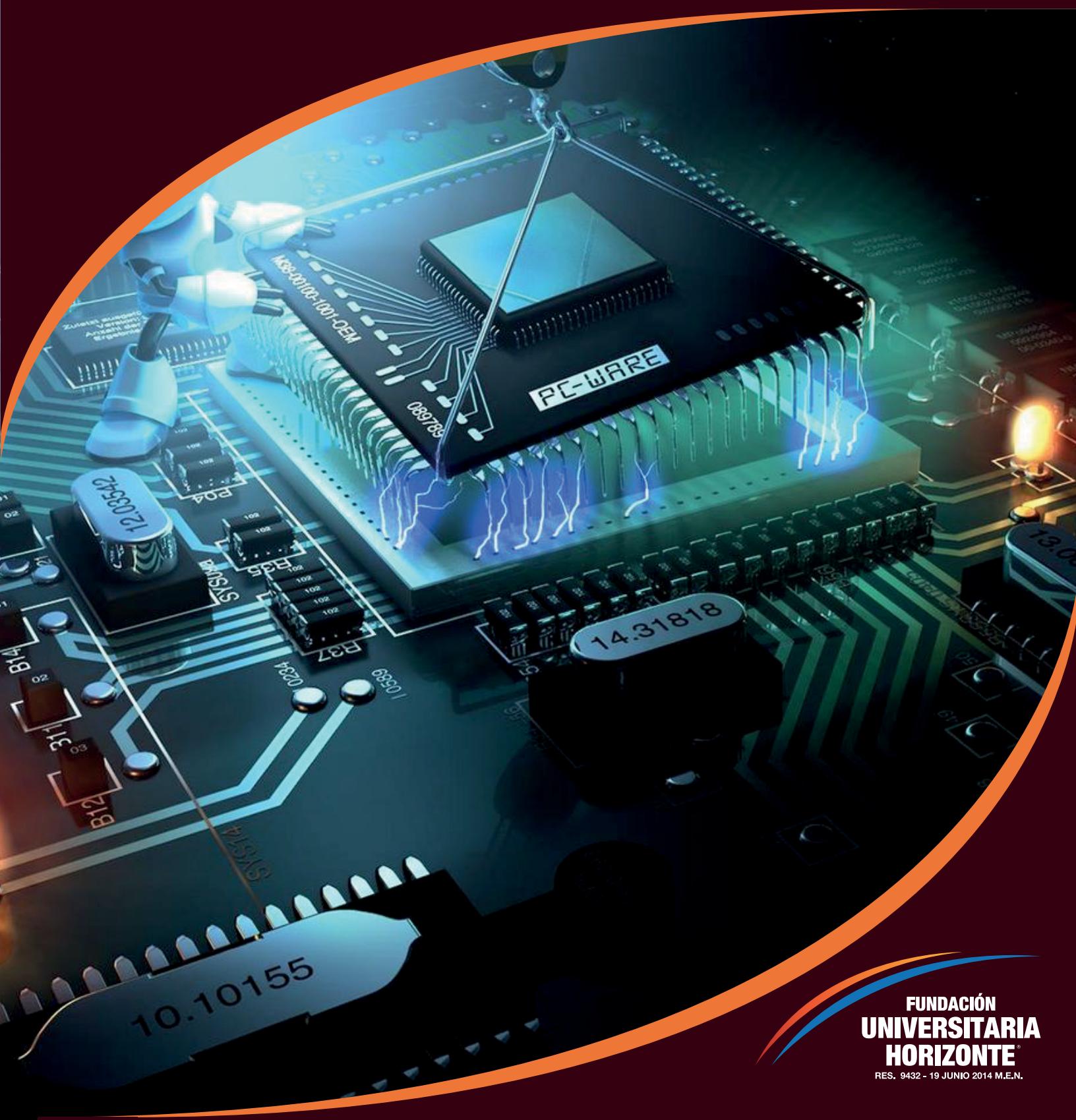


TECKNE

Bogotá D.C., junio de 2014.

Volumen 12 - No. 1, p. 1 - 75.



EDITOR

Julio César León Luquez
Mg. Físico

Fundación Universitaria Horizonte
RevistaTeckne@insutec.edu.co

Maria Inés Machado López
Msc. Educación
Directora de Investigación

COMITÉ EDITORIAL**Editor**

Catalina Aurelia Vargas Billares

Doctora en Ciencias de la Educación

Subdirectora de Posgrado e Investigación
Universidad Pedagógica Nacional, Unidad 12-C
Iguala de La Independencia, Guerrero, México

Esther Álvarez Montero

Doctora en Filosofía de la Educación

DIRECTORA ACADÉMICA - Docente Investigadora
Instituto Universitario del Centro de México
León de los Aldama, Guanajuato, México

Juan Roberto Perilla Jiménez

PhD - Ingeniería Biomédica

Investigador

University of Illinois

Urbana-Champaign, Illinois, Estados Unidos de América

Plinio Del Carmen Teherán Sermeno

M. Sc. Física

Profesor Asistente

Universidad Nacional de Colombia

Bogotá, Colombia

Ricardo Rojas López

Magíster en Educación

Rector

Fundación Universitaria Horizonte

Bogotá, Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO**Editor**

Diana Camargo

Magíster en Educación

Rectora

Corporación Tecnológica Industrial TEINCO

Bogotá, Colombia

Juan Roberto Perilla Jimenez

PhD - Ingeniería Biomédica

Investigador

University of Illinois

Urbana-Champaign, Illinois, Estados Unidos de América

Carmen Andrea Aristizabal Fúquene

Magíster en Docencia de la Química

Directora de Proyectos Especiales

Fundación Universitaria Horizonte

Bogotá, Colombia

CORRECTOR DE ESTILO**Editor****ASESOR EDITORIAL**

Rafael Guillermo Herrán Botache
Licenciado en Lengua Castellana, Inglés y Francés
Fundación Universitaria Horizonte
Bogotá, Colombia

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Juan Camilo Millán
Diseñador Gráfico

Fundación Universitaria Horizonte
Bogotá, Colombia

PARES EVALUADORES

Bernice González Santiago

Máster en Diseño Urbano

Universitat de Barcelona

McCamant & Durrett Architects

California, Estados Unidos de América

Carmen Andrea Aristizabal Fúquene

Magíster en Docencia de la Química

Docente

Universidad Autónoma de Colombia

Bogotá, Colombia

Danice Deyanira Cano Barrón

Maestra en Investigación Educativa

Docente

Instituto Tecnológico Superior de Motul

Motul de Carrillo Puerto, Yucatán, México

Eduardo Javier Ortega Urrego

Magíster en Ingeniería de Sistemas

Magíster en Física

Asesor Alcaldía de Bogotá

Bogotá, Colombia.

Germán Paúl Corona Maldonado

Maestro en Administración

Docente

Instituto Universitario del Centro de México

León, Guanajuato, México

Héctor Joel Mandujano Mora

Maestro en Fiscal

Maestro en Educación

Instituto Universitario del Centro de México

León, Guanajuato, México

Humberto José Centurión Cardeña

Maestro en Educación Superior

Docente

Instituto Tecnológico Superior de Motul

Motul de Carrillo Puerto, Yucatán, México

Juan David Ospina

Magíster en Ingeniería – Materiales y Procesos

Investigador

Institución Universitaria Pascual Bravo

Medellín, Colombia

Leidy Marcela Reyes Parra

Magíster en Estudios Socioambientales

Investigadora Independiente

Bogotá, Colombia

María Guadalupe Molina García

Maestra en Fiscal

Docente

Universidad de Guanajuato

León, Guanajuato, México

Rocío Olarte Dussán

Magistra en Literatura.

Docente

Fundación Universitaria Horizonte

Bogotá, Colombia

Sandra Patricia Rojas Rojas

Magíster en Docencia de la Química

Investigadora

Fundación de Educación Superior CEDINPRO

Bogotá, Colombia

Vanessa Andrea Cubillos Alvarado

Magíster en Investigación Interdisciplinaria

Fundación Universitaria Horizonte

Bogotá, Colombia

Yeyson Alejandro Becerra Mora

Máster en Automática y Robótica

Investigador

Fundación Universitaria Horizonte

Bogotá, Colombia

REVISTA

TECKNE

Revista TECKNE
Volumen 12, n. 1, junio de 2014
ISSN 1909 - 793X

DIRECTIVOS INSUTEC

Representante Legal

María Viviana Torres Ortega

Rector

Ricardo Rojas López

Vicerrector Administrativo y Financiero
Ricardo Alfonso Peñaranda

Vicerrector Académico
Luis Alfonso Amaya

Secretaria General
Marisol Medina Lozada

CODIGO POSTAL: 111221



CONTENIDO

EDITORIAL: Revista Teckne indexada en el índice Bibliográfico Nacional Publindex

Modelo de Calidad para Evaluar el Software Desarrollado en el Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Tecnologías de Información CIADTI. 8

Modelo de Gestión de Interventoría en Tecnologías de la Información 20

Utilización de Simulación Discreta como Estrategia de Aprendizaje de Logística Empresarial. 34

Análisis de los Ingresos de los Técnicos y Tecnólogos Egresados de las Ciencias Administrativas y Afines en Colombia desde la Perspectiva del Capital Humano 2001 - 2012 . 48

Contribuciones de Socio-Antropología de la Salud en la Atención Médico/Paciente (Usuario) 57

Propuesta Didáctica para Entrenamiento y Evaluación de Ecuaciones Lineales Mediante el Uso de Herramientas TIC. 66

EDITORIAL

NUEVO CARÁCTER – NUEVO HORIZONTE

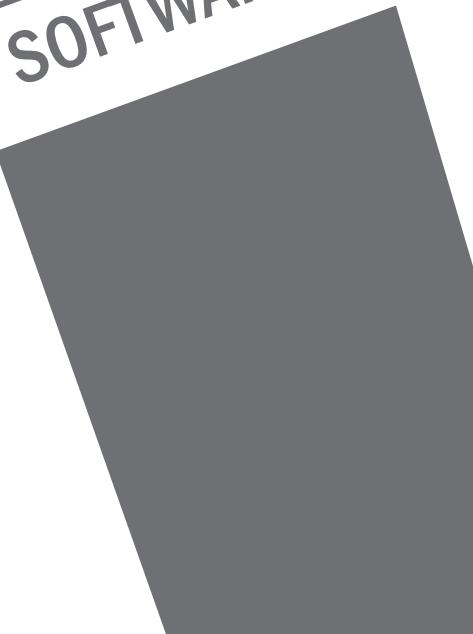
La Educación Superior en Colombia, se fortalece en la medida en que las instituciones generan mayores compromisos sociales basados en la generación de nuevas estrategias educativas, en donde el eje de formación sea el estudiante. A partir de éste criterio INSUTEC, inicia un nuevo reto con las generaciones del futuro y en consecuencia presentó ante el Ministerio de Educación en “cambio de carácter institucional” de conformidad con lo establecido en la Ley 30 de 1992, Ley 749 de 2002 y el Decreto 2216 de 2003, el cual permitió mediante el Decreto 9432 del 19 de Junio de 2014 la creación de la nueva institución universitaria, la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA HORIZONTE.

Esta nueva Institución Universitaria fundamenta su misión en la excelencia de los procesos de docencia, investigación y proyección social, a partir del Modelo de Desarrollo Humano, que se basa en la capacidad de las personas, el talento y las relaciones interpersonales, a través de procesos humanísticos, científicos, tecnológicos y de innovación, consolidándose así su misión para alcanzar el logro más importante – la felicidad –.

Con ésta nueva dimensión, en donde la calidad es la esencia y la felicidad la meta, consolidamos los procesos institucionales generales, pero dando gran importancia al proceso de investigación, el cual inicia con el desarrollo de la cultura de la investigación, que se deriva de los “Proyectos Integrales de Aula”, hasta llegar a la investigación científica, direccionada por el Centro de Investigaciones y que hoy se visibiliza con la revista “TECKNE”, cuyo volumen 12 número 1, hoy presentamos a la sociedad, con proyectos de investigación relacionados con los ejes de formación, que forman parte de nuestra estructura académica en los campos de la ingeniería, el diseño, la administración y la política de educación, aspectos que pretendemos ampliar, dando mayor cobertura a las propuestas y permitiendo a los lectores sumergirse en el mundo del conocimiento científico.

Hoy presentamos, una nueva institución con grandes retos desde la ampliación de los programas de pregrado universitario presenciales, tales como la Ingeniería en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional, Administración de Empresas, Contaduría Pública, así como los programas virtuales de Construcción de Obra y Arquitectura, que seguramente serán el inicio de otras nuevas propuestas profesionales universitarias en los niveles de especialización y maestría.

MSc Ricardo Rojas López - Rector



SOFTWARE

MODELO DE CALIDAD PARA EVALUAR EL SOFTWARE DESARROLLADO EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN CIADTI

A QUALITY MODEL TO EVALUATE THE SOFTWARE DEVELOPED IN THE CENTER OF APPLIED RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION TECHNOLOGIES CIADTI

Y.S. Estévez, L.A. Esteban
Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

RESUMEN

El presente artículo presenta un modelo de calidad de producto software para el Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Tecnologías de Información, CIADTI, de la Universidad de Pamplona, que a diferencia de los modelos generales existentes pretende medir la calidad general de un producto software mediante la valoración de factores y características aplicadas a productos parciales dentro del proceso de desarrollo de software, es decir, a artefactos que se consideran relevantes dentro de la organización y a los cuales se les puede valorar mediante factores que fueron inicialmente pensados para productos finales del proceso de desarrollo. Se referencian antecedentes investigativos sobre modelos de calidad en el desarrollo de software, se realizó un diagnóstico al actual proceso de desarrollo del producto del CIADTI a partir de la norma ISO 9126. También se aplicaron instrumentos para la recolección de información a los desarrolladores y coordinadores del proceso. A partir de allí se analizaron las categorías y atributos para la formulación del modelo, se formula el modelo final y se aplica a los artefactos existentes. Finalmente, se analizan los resultados y el modelo se valida frente a un grupo de expertos para una mayor objetividad.

PALABRAS CLAVE: Software, Modelo Calidad, Artefactos.

ABSTRACT

It made a bibliographical revision about the shoulder's tendinopathy (tendinitis) focused in the general service sector (cleaning), in relationship between the causes that affect to the worker and their activities in the work developed, with the purpose of to establish the main causes that produce this illness to settle down and to provide technical and treatment that are in the literature and the application doesn't require expenses and additional time.

KEYWORDS: efforts, prevention, postures, repetitive movements, shoulder pain.

I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, desde el surgimiento de las tecnologías de software, se ha pretendido evaluar la calidad de los productos propios teniendo por finalidad mejorar cada una de sus cualidades; lo anterior con el propósito de desarrollar productos software cada vez más especializados que satisfagan las necesidades de usuarios exigentes y conocedores del tema.

Es así como las empresas productoras de software, en la actualidad, tienen trazada por meta establecer un conjunto de características medibles y específicas a los productos que comercializan a fin de ser más profesionales y competitivos en el área, y de evitar errores en los software, que repre-

senten pérdidas económicas o que exijan mayor trabajo de soporte por alguna deficiencia.

Ahora bien, de acuerdo a (Incera G, 2005) respecto de las mediciones de calidad del software “[estas] permiten mejorar sus procesos; ayudar en la planificación, darle seguimiento a los mismos y controlar determinados proyectos”, por lo que se ha estimado que las medidas de calidad en el desarrollo del software debe ser “confiable, mantenible y flexible” (Solarte et al., 2009) con el fin de reducir los costos de mantenimiento y perfeccionamiento durante el tiempo de uso y el ciclo de vida del mismo.

La Universidad de Pamplona tiene por política y objetivos de calidad el desarrollo sistemático de productos y servicios de mejor nivel y el cumplimiento de las necesidades y expectativas de los clientes (Unipamplona, 2007), para esto insta a los profesionales, estudiantes y miembros del Centro de Investigación Aplicada y Desarrollo en Tecnologías de Información (CIADTI) a propiciar escenarios y herramientas útiles para el mejoramiento de los productos que son desarrollados por el Alma Mater.

Durante los últimos once años la Universidad de Pamplona ha consolidado en el mercado de las Entidades Educativas tecnología de software o aplicaciones misionales, que si bien han alcanzado un alto nivel de competitividad y liderazgo debido su cultura organizacional, aún carecen de elementos fundamentales en el proceso de control de calidad de sus productos; la inexistencia de un “modelo de calidad para el desarrollo del software” no permite, como se mencionó previamente, favorecer la constitución de un producto de alto nivel, sostenible y rentable.

Establecer un modelo de calidad del software para los productos de la Universidad de Pamplona desarrollados por el CIADTI resulta favorable desde diversos puntos de vista, así lo consideran (López A., Cabrera C., Valencia L., 2008) quienes afirman que “los productos o servicios que ostentan certificados de calidad son preferidos por los compradores porque trasmiten seguridad y confianza”. De la mano de la afirmación anterior (Consuegra D., Shelton R., García A., 2005) señalan como ventaja del proceso que “al utilizarse la misma métrica en todos los proyectos se pueden realizar comparaciones entre ellos y, mejor aún, si es una métrica estándar en la industria podría compararse esta contra otras”.

Es así como las empresas productoras de software, en la actualidad, tienen trazada por meta establecer un conjunto de características medibles y específicas a los productos que comercializan a fin de ser más profesionales y competitivos en el área, y de evitar errores en los software, que representen pérdidas económicas o que exijan mayor trabajo de soporte por alguna deficiencia.

(Monsalve, 2002, p.4) es posible administrar la calidad “asegurando minimizar las diferencias entre los recursos presupuestados y los recursos realmente utilizados en las distintas etapas” lo cual se trasforma en un verdadero beneficio tanto para la institución educativa como para sus clientes.

El modelo aquí descrito surge como resultado de la elaboración del estado del arte sobre los modelos de calidad del producto existentes, y bajo la hipótesis de que los factores definidos por estos son aplicables no solo al producto final sino a artefactos puntuales generados por dicho proceso de desarrollo.

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para el desarrollo del presente estudio se han indagado y puesto a consideración una serie de documentos desarrollados en la misma línea investigativa del actual. Una vez observados y analizados se han seleccionado, bajo el criterio del autor, algunos de los que representan una influencia importante, un aporte académico o una guía que dé luces a la investigación que se lleva a cabo, y que por lo tanto se constituyen en el Estado del Arte de la evaluación de la calidad del software. Los temas seleccionados se subdividieron en tres grandes tópicos a saber: Calidad del software, Evaluación de la calidad del software y Modelos para la evaluación de la calidad del software.

A. CALIDAD DEL SOFTWARE

Ardila et. al. (2013) abordan el tema de las métricas de gestión con elementos cuantitativos que consideran óptimas para el mejoramiento de los procesos de desarrollo de software, ya que permiten disminuir la variabilidad del producto, alejándose en su enfoque de las grandes compañías y centrándose en su aplicación en las pequeñas organizaciones independientes dedicadas a dicho desarrollo.

Para ello se revisan los modelos: Integración de modelos de madurez de capacidades o Capability maturity model integration (CMMI-DEV) (e ISO/IEC 15504(también conocido como Software Process Improvement Capability Determination, abreviado SPICE, en español, «Determinación de la Capacidad de Mejora del Proceso de Software» es un modelo para la mejora, evaluación de los procesos de desarrollo, mantenimiento de sistemas de información y productos de software), que incorporan elementos de evaluación cuantitativos, pero se determina que están optimizados para grandes organizaciones, y por lo tanto no resultan aplicables en pequeñas compañías.

Se revisan igualmente modelos enfocados en estas últimas, como MOPROSOFT (Modelo de Procesos para la Industria del Software. Modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software) y COMPETISOFT (Es un proyecto financiado por CYTED, programa internacional de cooperación científica y tecnológica multilateral, de ámbito iberoamericano que tiene como propósito incrementar el nivel de competitividad de las PyME iberoamericanas productoras de software mediante la creación y difusión de un marco metodológico común que, ajustado a sus necesidades específicas, llegue a ser la base sobre la que se pueda establecer un mecanismo de evaluación y certificación de la industria del software reconocido en toda Iberoamérica.), pero estos no incluyen elementos cuantitativos (Aguirre et al., 2010).

Los investigadores realizan una revisión sistemática del material y de las metodologías disponibles, buscando metodologías de gestión cuantitativa de procesos dedicadas a pequeñas empresas desarrolladoras de software que indiquen cuáles prácticas efectuar y cómo ejecutarlas. Sin embargo, llegan a la conclusión de que no existe una propuesta especialmente diseñada para pequeñas organizaciones que incluya elementos cuantitativos.

Otalora et. al. (2011) reconociendo la importancia de la aplicación de las herramientas de gestión de calidad en los procesos de desarrollo de software, realizan un sondeo entre las diversas compañías dedicadas a dicho campo dentro del departamento de Boyacá (Colombia) llegando a dos conclusiones iniciales: la casi totalidad de dichas organizaciones entran dentro de la categoría de pequeñas y medianas empresas, y ninguna de las mismas está implementando una metodología de gestión de calidad certificada.

Por lo anterior, los autores deciden colaborar con dichas compañías en la búsqueda de una herramienta de control de calidad accesible, tomando como base la Norma ISO/IEC 15504, pero enfocándose en la pequeña y mediana industria. Estableciendo como parámetros para el desarrollo de dicha metodología los siguientes: acceso libre, bajo costo, adecuados estándares de usabilidad y que pueda ser implementada a través de la red de internet (Cloud Computing. La computación en la nube, concepto conocido también bajo los términos servicios en la nube, informática en la nube, nube de cómputo o nube de conceptos, permite ofrecer servicios de computación a través de Internet) (Torres, 2012).

El fin último es ayudar a las compañías a mejorar la calidad de sus procesos de producción, y por consiguiente de los productos de software elaborados, con el fin de aumentar su competitividad y su participación en el mercado de software.

Mendoza et. al. (2002) del laboratorio de Investigación en Sistemas de Información de la Universidad Simón Bolívar de Caracas (Venezuela) es el gestor del Modelo Sistémico de Calidad MOSCA (2002) creado para ayudar a garantizar la calidad de los procesos de desarrollo de software en la región, haciéndolos más competitivos a nivel internacional.

Buscando facilitar y expandir la aplicación de dicho modelo, los investigadores han buscado desarrollar de igual forma un algoritmo, un conjunto sencillo de pasos pre-establecidos que permita su implementación. Dicho algoritmo tiene como fin guiar el proceso de evaluación implementado por el MOSCA, buscando garantizar la calidad sistémica al igual que una adecuada complementación entre las características propias de la organización desarrolladora de software y las necesidades del usuario.

Como parte del proceso de presentación del algoritmo se describe su aplicación dentro de dos empresas venezolanas de desarrollo de software, en la búsqueda de demostrar cómo el dueto formado por el MOSCA y el algoritmo de implementación desarrollado contribuye a mejorar la calidad sistémica, analizando aspectos relativos tanto al proceso como al producto.

Gutiérrez et.al. (2009) conscientes de la necesidad de implementar metodologías de control de calidad en las diversas compañías nacionales dedicadas al software, para hacerlas más competitivas a nivel internacional, hicieron un sondeo que abarcó 114 diferentes compañías mexicanas del ramo, buscando evaluar el grado de la implementación dentro de las mismas metodologías.

A partir de los resultados obtenidos los investigadores establecieron tres postulados: primero, que las compañías de desarrollo de software dentro del territorio mexicano tienen muy poco conocimiento, y menor implementación, de los modelos de calidad de software. Segundo, dichas empresas desconocen los métodos específicos óptimos para evaluar sus productos. Y tercero, se evidencia la necesidad de un modelo integral que permita evaluar, de manera simultánea, la calidad del proceso y la del producto.

Chávez et. al. (2009) proponen observar la relación de costos/beneficios que se da a partir de la implementación de un modelo que mida la calidad de un software, considerando que para el desarrollo de un producto de software deben de intervenir dos equipos: el primero, el que generará el producto final basado en un estándar de calidad y el segundo, el que corroborará que ese estándar se encuentre bien aplicado.

La autora se cuestiona sobre la eficacia y rentabilidad de dicho proceso y señala que los productos de software generados mediante esta vía son productos caros y, de acuerdo a sus investigaciones, la calidad cuesta, tanto parar quien la adquiere como para quien la aplica. La buena calidad cuesta mucho llevarla a cabo, se invierte tiempo, dinero y mucho esfuerzo, pero es mayor el costo de la mala calidad, del mal servicio y de no cumplir con los requerimientos especificados por el cliente.

Es por lo anterior que se consolida un análisis de diversos modelos identificando cuál resulta más favorable, situación que orienta la actual investigación por cuanto el modelo inicial para la evaluación que se llevará a cabo sobre la calidad de los productos desarrollados actualmente en el CIADTI se tomará como guía modelo ISO 9126.

B. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

Estayno et al. (2009) buscando incrementar la competitividad de las Pequeñas y Medianas empresa (PYMES) dedicadas a la creación, mantenimiento y diseño de productos de software dentro de la región del Nordeste argentino, investigadores de la Universidad Nacional del Nordeste, en conjunto con otras universidades de la región se dedicaron a evaluar la situación actual de la industria del software dentro de la mencionada región administrativa.

Sin embargo, el proyecto tiene como fin no sólo la simple evaluación del estado de las cosas, sino que además busca impulsar en dichas compañías la implementación de herramientas y metodologías de calidad de software, a la vez que busca crear un plan de acción sistematizado y de orden regional, que incluya tanto a las mencionadas empresas como a las universidades y a las autoridades públicas de la región, plan que a su vez tiene como fin el desarrollo de recursos humanos especializados dentro del área de gestión de calidad de software y la implementación de unas políticas públicas orientadas al impulso de la industria del software local.

Consuegra et al. (2005) acopian el estudio de la problemática de la Gestión de la Calidad concerniente a la definición de métricas de tamaño en el ámbito de la Ingeniería del Software, mostrando la necesidad de contar con métodos y sistemas de medición y evaluación, teniendo en cuenta ante todo la satisfacción del cliente y planteando además un cambio en el proceso de recolección y análisis de indicadores de productividad y calidad de una empresa de software. A través de una investigación cuantitativa, los autores tienen por finalidad establecer una métrica ajustada al tamaño, que tenga por principio orientador la satisfacción del cliente; aunque a la fecha el estudio no ha culminado, los autores han consolidado un marco teórico que se adecua como precedente de la actual investigación, por cuanto tiene su misma finalidad.

Dicha investigación se lleva a cabo en el Centro de Estudios de Informática, Universidad Central de Las Villas, y en la medida de su avance sus resultados se han puesto a prueba en equipos de desarrollo de manera que puedan lograr su correcta validación. En si el trabajo propuesto por los autores es mejorar el proceso de desarrollo de software, representando así un mayor poder de abarcamiento de pedidos y acometimiento en fecha y con calidad, lo cual derivará en el aceleramiento de la informatización y el mejoramiento del resto de las esferas económica, social, política y académica de la institución objeto de estudio.

C. MODELOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

Ruiz et al. (2006) presentan un modelo computacional basado en la lógica borrosa para el cálculo de la usabilidad del software, de acuerdo con una serie de criterios de calidad

basados en la Norma ISO/IECE9126-1:2.001. El modelo propuesto por los autores se origina como respuesta a la necesidad de establecer criterios sólidos de evaluación del software educativo en virtud del incremento en la generación del mismo. Si bien la necesidad surge del campo específico del software educativo, la propuesta tiene lugar para la evaluación del software en general. Para ello se parte de la identificación y evaluación de cinco atributos básicos por parte del usuario final como son: Comprensibilidad, Facilidad de Aprendizaje, Atractividad, Operabilidad y Conformidad.

El modelo desarrollado partió de la subjetividad de varios atributos de la norma señalada y se utilizaron conceptos propios de la lógica borrosa, y en especial el modelo borroso del tipo Takagi Sugeno Kang (1985). El modelo Takagi-Sugeno-Kang (TSK), (Celikyilmaz et al., 2009) fue presentado por primera vez por T. Takagi y Prof. M. Sugeno en 1985. Otro estudiante de Sugeno, K. T. Kang continuó trabajando en las aplicaciones e identificación del modelo. El modelo TSK fue más utilizado en los 90's por la comunidad de investigadores y la industria. Una de las principales ventajas del modelo TSK es que puede aproximar una función utilizando pocas reglas, el cual a partir de una serie de valores de pertenencia permite el cálculo de un valor para una variable de salida o variable a controlar de manera analítica, a partir de la aplicación de criterios estandarizados en la evaluación de la calidad del software. Una vez obtenido el modelo se hicieron una serie de encuestas a cada uno de los usuarios finales de una determinada aplicación y de acuerdo con un valor de usabilidad preestablecido se estimaron una serie de parámetros que permitieron identificar, por parte de ese usuario, los atributos en los cuales la empresa desarrolladora se debería ajustar a las normas de la ingeniería del software y de esta manera mejorar la aplicación de usuario final, disminuyendo así el tiempo de desarrollo por parte de la empresa encargada del mismo.

Solarte et al. (2009) reconociendo la importancia de la calidad de software en las empresas actualmente, realizan un análisis sobre los productos a partir de la Norma ISO/IEC, la integración del modelo de maduración de la capacidad CMMI y (IT MARK 2004) es un servicio de certificación en procesos técnicos y de negocio creado en el 2004 por el European Software Institute (SEI), enfocado hacia la mejora de procesos en PYMEs del sector de tecnologías de información. IT Mark provee una evaluación de calidad y madurez desde tres puntos de vista complementarios, modelo de calidad para PYMES para determinar los beneficios e inconvenientes que presenta para el desarrollo de Software con calidad.

Los investigadores analizan cada una de los modelos de calidad, estableciendo algunas conclusiones sobre sus fun-

ciones en torno a la calidad; del primero de ellos, CMMI, los autores señalan que necesita fundamentarse alrededor de su negocio y de sus objetivos, y que este modelo no es una certificación pero ayuda a encontrar la mejor manera de trabajar. Adicionalmente, consideran que el modelo no detalla procesos, define el qué pero no el cómo, y que por lo tanto no resulta adecuado si no se refuerza y usa apropiadamente, afirmando finalmente que tendrá éxito si es propiedad de los grupos que lo utilizan.

Sobre el IT MARK señalan los investigadores que es el primer modelo de calidad internacional diseñado específicamente para las pequeñas y medianas empresas del sector TIC, y mencionan que, generalmente, las empresas cuentan e incorporan a la organización una diversidad de herramientas que se encuentran disponibles en el mercado para cumplir con las diferentes actividades. Este conjunto de herramientas, de acuerdo a lo que concluyen los autores, habitualmente permanecen desvinculadas entre sí generando dificultades para gestionarlas, mantenerlas y controlarlas.

Finalmente, respecto del modelo ISO/ IEC 15504 señalan que es un estándar SPICE que trabaja con procesos de ingeniería, cliente-servidor, gestión de la organización y del soporte, y que fue diseñado por la alta competitividad del mercado de desarrollo de software, la difícil tarea de identificar los riesgos, cumplir con el calendario, controlar los costos y mejorar la eficiencia y calidad; además realiza una evaluación de los procesos de software relacionados con el conocimiento y la experiencia aportados por otros modelos, situación que permite creer que podría ser un modelo adecuado por el proceso de que lleva a cabo en el CIADTI.

Incera (2005) se plantea una lista de medidas que permitan organizar el desarrollo de software configurando las mediciones que permiten mejorar sus procesos, ayudar en la planificación, darle seguimiento a los mismos y controlar determinados proyectos en aras de lograr una mejor calidad, siendo esta una base importante para una gestión efectiva por parte del equipo de desarrollo.

De acuerdo a la investigadora, las medidas de procesos pueden ser usadas para la mejora del desarrollo y mantenimiento del software. Tal es el caso de la efectividad de la eliminación de defectos durante el desarrollo, el patrón de aparición de defectos de prueba y el tiempo de respuesta de los procesos mejorados. Por otra parte, las medidas de proyectos describen las características y ejecución de este. Se incluyen dentro de esta categoría el número de desarrolladores de software, la estructura del personal a través del ciclo de vida del proyecto, el costo, la planificación y la productividad.

Proponer estas herramientas tuvo por finalidad por parte de la autora identificar un método que midiese la calidad del

software en las empresas (situación similar a la desarrollada en la actual investigación), tomando como medidor principal el SPC (Control Estadístico de Procesos), sobre el cual concluyó que no encaja completamente en el dominio de la ingeniería de software. Sin embargo, se afirma en (Incera, 2005), si se implementa de forma adecuada, una gráfica de control puede actuar como auditor demostrando no conformidades existentes en procesos/productos. Por lo tanto, proporciona la oportunidad de detectar problemas y mejorar los procesos de software.

Rolón et. al. (2010) desarrollan de un conjunto de métricas para la evaluación de modelos conceptuales de procesos de negocio. La propuesta supone la adaptación y extensión del marco FMESP (Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes). De acuerdo a los autores, esta adaptación se puede realizar gracias a las similitudes existentes entre ambos tipos de procesos (software y de negocio), de manera que el conjunto de métricas incluidas en FMESP se ha podido adoptar como punto de partida. Parte del proceso de adaptación consiste en tener en cuenta que los lenguajes de modelado de procesos y los meta modelos subyacentes son diferentes en ambos casos. Mientras que en FMESP los procesos software se modelan utilizando el metamodelo Software Process Engineering Metamodel (SPEM) propuesto por la Object Management Group (OMG), en la nueva propuesta para procesos de negocio se utiliza la notación Business Process Modeling Notation (BPMN) en español Notación para el Modelado de Procesos de Negocio (Earls, 2011), que básicamente consiste en utilizar una representación gráfica de tipo diagramas de flujo. Adicionalmente, el conjunto de métricas de FMESP ha debido ser extendido porque los modelos de procesos de negocio representados en BPMN incluyen bastantes aspectos de interés en este dominio que no son considerados en el caso de los procesos software modelados con SPEM.

Dávila et. al. (2005) desarrollan una metodología para la evaluación y el análisis de los atributos de calidad en los productos de software para Internet. A partir de la teoría de modelación estadística se llevó a cabo un proceso que permitiese la evaluación de los atributos de la calidad de los productos. Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el estudio los autores se ajustaron al orden de cinco fases a saber: (i) evaluación del atributo de calidad en el sistema ideal, (ii) evaluación del atributo de calidad en el sistema real, (iii) implementación del sistema de mejora, (iv) evaluación del sistema final y (v) análisis de los resultados y conclusiones. Los primeros dos pasos de dicha metodología se desarrollaron de forma iterativa hasta que los atributos de la calidad estuviesen cercanos al ideal como se requería.

La evaluación del comportamiento de los atributos se realizaron con métricas de software y sus resultados fueron descritos mediante histogramas. Y aunque de la metodología propuesta los estudios ejecutaron solo la primera fase, con esta lograron establecer que la modelación estadística pueden predecir los atributos de la calidad del software. Los autores recomiendan incluir un proceso de mejora a través de Personal Software Process (PSP) PSP es una alternativa dirigida a los ingenieros de sistemas, que les permite mejorar la forma en la que construyen software. Considera aspectos como la planeación, calidad, estimación de costos y productividad a fin de mejorar los objetivos de la calidad.

Díaz et. al. (2008) se propusieron como objetivo del estudio presentar el desarrollo de un modelo de calidad del software educativo con sus respectivas métricas siguiendo un enfoque sistémico. Para lo anterior partieron del Modelo Sistémico de Calidad de Software (MOSCA) elaborado por Laboratorio de Investigación en Sistemas de Información (LISI-USI), ampliéndolo de acuerdo a los requerimientos particulares de calidad del software educativo, tomando en cuenta no solo los aspectos técnicos del producto sino el diseño pedagógico y los materiales de soporte didáctico.

Finalmente, a través de un caso de estudio real, los investigadores desarrollaron la aplicación del modelo ampliado MOSCA analizando su desempeño y ofreciendo un conjunto de métricas que permiten evaluaciones posteriores. El resultado principal fue un modelo en versión prototipo que permite medir la calidad para software educativo.

III. REFERENTES TEÓRICOS

Dada la casi ilimitada variedad de campos de aplicación de software, y las muy diferentes necesidades y requerimientos que deben ser satisfechos en cada uno de ellos, no existe una herramienta o procedimiento unificado que permita evaluar la calidad de software, sino que existen una gran variedad de modelos, de métricas de calidad, cada una con un enfoque diferenciado y cuyo criterio de aplicación corresponde al grupo de parámetros que se deseé sea evaluado. Es por lo tanto más que conveniente revisar las métricas de calidad de software más representativas y el campo óptimo de aplicación de cada una de ellas.

A. MODELO MCCALL

Este modelo, desarrollado originalmente por James "Jim" A. McCall para la Fuerza Aérea de los Estados Unidos en el año de 1977, fue una de las primeras métricas de calidad implantadas con éxito, al punto de mantenerse plenamente vigente al día de hoy.

La intención de McCall era "cerrar la brecha entre los usuarios y los desarrolladores" (McCall, 1978), y para ello intentó plasmar en su esquema la visión del usuario al mismo tiempo que las prioridades del desarrollador. Para ello identificó tres perspectivas principales que a su juicio caracterizaban la calidad de un producto de software. Dichas perspectivas son: Revisión del producto (capacidad de cambio), Transición del producto (capacidad de adaptación) y Operaciones del producto (características básicas del producto).

Cada una de estas perspectivas está dividida en una serie de factores de calidad que la configuran, de esta forma los factores de Revisión son: facilidad de prueba, flexibilidad y facilidad de mantenimiento. Los factores de Transición son: portabilidad, reusabilidad e interoperabilidad. Y finalmente los factores de Operación: exactitud, confiabilidad, eficiencia, integridad y facilidad de uso. Cada uno de los factores, a su vez, y para facilitar su evaluación, abarca un grupo de criterios que lo determinan. Así, por ejemplo, el factor de facilidad de uso, dentro de la perspectiva de Operaciones del producto, está conformado por los criterios de facilidad de operación, facilidad de comunicación, facilidad de aprendizaje y formación. El modelo McCall tiene una connotación de tipo fuertemente industrial, centrándose en el producto y sus características, sobre todo las externas aunque sin olvidar del todo las internas, y prestando muy poca atención al proceso.

B. MODELO FURPS+

El modelo FURPS+ (Hewlett Packard, 1987) fue propuesto por el Ingeniero Robert Grady durante su trabajo en Hewlett Packard. Su nombre es un acróstico de las cinco características, una funcional y las otras no-funcionales, según las cuales se evalúa la calidad de software en esta métrica: Functionality (funcionalidad), Usability (facilidad de uso), Reliability (confiabilidad), Performance (rendimiento) y Supportability (facilidad de soporte).

El + por su parte hace referencia un grupo de requerimientos adicionales, no presentes en el esquema original, que se han ido agregando con el tiempo y que usualmente son restricciones de tipo externo, como las restricciones físicas (hardware) o legales. Al igual que con el modelo anterior, cada una de estas características engloba un conjunto de factores que deben ser considerados. Así, por ejemplo, la facilidad de soporte abarca la adaptabilidad, la extensibilidad, la facilidad de mantenimiento, la compatibilidad y la facilidad de configuración.



Figura 1. Modelo de Métrica FURPS. Fuente: Al-Qutaish, R. (2010).

C. MODELO DROMEY

Este modelo fue presentado en el año de 1995 por R. Geoff Dromey (Dromey, 1995). Al igual que el modelo de McCall (McCall, 1977) se encuentra centrado en el producto, pero a diferencia de este considera que los criterios de evaluación deben ser dinámicos para adaptarse a la diferente naturaleza de cada producto (Al-Qutaish, 2010). Así, diseña un esquema basado en atributos y sub-atributos, dando múltiples ejemplos/opciones pero sin priorizarlas, y corresponde a cada diseñador, a la hora de evaluar su producto de software, determinar cuáles son los atributos (y los correspondientes sub atributos) que tendrá en cuenta a la hora de realizar la evaluación de calidad del software.

Se podría decir que la principal fortaleza de este modelo es al mismo tiempo su principal debilidad: la excesiva flexibilidad. Si bien facilita la evaluación de muy diferentes tipos de productos de software exige a su vez un mayor compromiso de parte del programador a la hora de evaluar, ya que debe ser él quien determine los atributos que serán tomados en cuenta.



Figura 2. Modelo de Métrica Dromey Fuente: Al-Qutaish, (2010)

D. ISO 9000

Bajo la denominación ISO 9000, la International Organization for Standardization (ISO), ha agrupado una serie de normas que versan sobre calidad y gestión de calidad, y que pueden ser aplicadas a cualquier tipo de empresa, organización o de actividad que se encuentre orientada a la producción de bienes y servicios. En este sentido, es necesario decir que más que una métrica de calidad de software se refiere a una normatividad estandarizada para garantizar la calidad de los procesos de desarrollo de cualquier tipo de producto. (ISO, 1994)

En este sentido, si bien son normas enfocadas a garantizar principalmente la calidad de los procesos de producción, su aplicación al campo del software no sólo resulta posible sino conveniente, ya que permite garantizar unos adecuados niveles de calidad en la etapa del proceso de producción, a la vez que permite monitorear -y mejorar- dichos procesos.



Figura 3. Proceso de Calidad ISO 9000. Fuente: (ISO, 2000)

E. ISO/IEC 9126

En el año 1991, la ISO publicó su primer compendio de términos y normas referentes, de manera específica, a la calidad de software. Dicho compendio, entre los años de 2001 y 2004, fue revisado y expandido de tal forma que en la actualidad es la norma ISO 9126 este estándar proviene desde el modelo establecido en 1977 por McCall y sus colegas, los cuales propusieron un modelo para especificar la calidad del software. Está conformada por un estándar internacional y por tres reportes técnicos. Dicho estándar establece un modelo de calidad dividido en dos partes (que algunos autores consideran que son realmente cuatro, subdividiendo la primera etapa) donde la primera hace referencia a la calidad interna y externa del producto, y la segunda a la calidad del producto sometido a condiciones reales de uso (Al-Qutaish, 2010).

F. MODELO SISTEMÁTICO DE CALIDAD - MOSCA

Se mencionará, en último lugar, el Modelo Sistématico de Calidad (MOSCA)(=), creado en el año 2005 en la Universidad Simón Bolívar de Caracas, Venezuela. Este modelo tiene como intención integrar en un solo sistema a un grupo variado de modelos de calidad de software, entre los que se incluye a los mencionados Dromey e ISO 9126, además de otros, considerándolos como sub-modelos al interior de MOSCA (Mendoza, 2002).

A juicio de sus autores, es imposible desligar la calidad del producto de la calidad de proceso, y viceversa, por lo cual resulta ineficiente tener modelos separados para evaluar la calidad de cada uno de ellos y se hace necesaria su valoración en un modelo sistemático y unificado, en el cual exista una interacción tal que ambas cosas, proceso y producto, sean vistos como un todo.

Cada una de estas etapas, al igual que sucede en casos anteriores, comprende un conjunto de características/atributos a evaluar. Sin embargo, como es común en las normas ISO a diferencia de los tres primeros modelos revisados, este tiene un interés mucho mayor sobre el proceso de producción y tiende a centrarse más sobre este que sobre el producto de software.

G. ISO/IEC 25000

Basada en los protocolos ISO/IEC 9126 (Aenor, 2004) y ISO/IEC 14598 (Aenor, 2006), normativas previas igualmente diseñadas para evaluar la calidad del software, la norma ISO/IEC 25000 busca establecer un estándar más completo y evolucionado para evaluar dicha calidad, tratando para ello de llenar los vacíos presentados por sus antecesoras, a la vez que utiliza sus puntos fuertes. (Carvallo, 2007)

Para ello establece un modelo denominado SQuaRE (Software product Quality Requirements and Evaluation) (Del Rey, 2003), requisitos para la calidad de productos de software y su evaluación) que, a diferencia de sus antecesores, no se centra de manera tan marcada y exclusiva en el proceso de producción (punto especialmente criticado de las normas inicialmente mencionadas), sino que trata de buscar un enfoque de carácter más amplio y completo que, sin descuidar en ningún momento dicho proceso, preste mucha mayor atención a las características internas y externas del producto terminado (ISO, 2005). De igual forma, el protocolo permite establecer de antemano los requerimientos de calidad esperados del producto.

La norma ISO/IEC 25000 (ISO, 2005), para efectos de claridad y facilidad de aplicación, está compuesta por cinco divisiones internas, a saber: ISO 2500n (Dave, 2004) enfocada

en la gestión de calidad y que incluye todos los estándares básicos de la norma. ISO 2501n (Dave, 2004) que establece un modelo de calidad detallado que abarca tanto la calidad externa e interna del producto como su calidad de uso. ISO 2502n (Dave, 2004) que habla de las mediciones de calidad y propone un modelo de referencia de calidad de producto de software. ISO 2503n (Dave, 2004) que establece los requisitos de la calidad. Y finalmente la división ISO 2504 (Dave, 2004) dirigida a la evaluación de calidad misma, incluyendo para ello requisitos, recomendaciones y guías para evaluación.

IV. MODELO PROPUESTO

Se ha estipulado a través de la revisión de la literatura en el presente documento que el interés por la calidad crece de forma continua, a medida que los clientes se vuelven más selectivos y comienzan a rechazar los productos poco fiables o que realmente no dan respuesta a sus necesidades.

Por lo tanto, las metas que se establezcan para la calidad del producto van a determinar las metas a establecer para la evaluación de la calidad del proceso de desarrollo, ya que la calidad del producto obedece entre otros factores a dicho proceso evaluativo; quiere decir lo anterior que sin un buen proceso de desarrollo es casi imposible obtener un buen producto y por lo tanto la evaluación de dicho proceso aparece y cobra importancia.

Pues bien, importante destacar que la calidad de un producto software debe ser considerada en todos sus estados de evolución a medida que avanza el desarrollo de acuerdo al ciclo de vida seleccionado para su construcción (especificaciones, diseño, código, etc.). Los principales problemas a los que se enfrenta el desarrollo de software a la hora de tratar la calidad de un producto software son la definición de calidad y su comprobación, así mismo y como se ha mencionado previamente, la calidad es un concepto que se deriva de un conjunto de sub-conceptos, por lo tanto el modelo que se ha creado para evaluar dicho proceso se debe a los criterios que presentan las normas estipuladas pero también se debe observar el contexto en el cual se desarrolla.

Es decir, no todas las categorías expuestas en un modelo dado y que se adecuan a determinada institución se adaptan a las condiciones que le son propias a otras entidades. Es allí donde se debe considerar unificar los conceptos que resulten relevantes para evaluar la calidad del software en el contexto que está siendo observado. Así las cosas, el modelo de calidad para la evaluación del software del CIADTI se sujeta a las cuatro fases en las cuales se ejecuta el producto: levantamiento de información, análisis y diseño, programación y pruebas.

Para esta etapa es necesario hacer claridad que la evaluación de la calidad se realizó sobre los artefactos que son propios del proceso de desarrollo del producto del CIADTI. Estos artefactos son unos documentos que se han elaborado en el marco del Sistema de Gestión de Calidad de la Organización para soportar cada una de las actividades realizadas por el equipo de trabajo y los cuales constituyen un elemento fundamental para el estudio llevado a cabo en la presente investigación.

Cada una de estas etapas debe estar acorde a unas categorías que ya fueron previamente analizadas en el diagnóstico y de las cuales, gracias a los criterios obtenidos por la revisión de la literatura, se seleccionaron cinco: fiabilidad, usabilidad, adaptabilidad, reusabilidad y simplicidad. Estas categorías están definidas como se muestra en la fig. 4.

Para la aplicación del modelo se deben tener presentes los siguientes pasos o protocolos; se debe identificar la etapa del

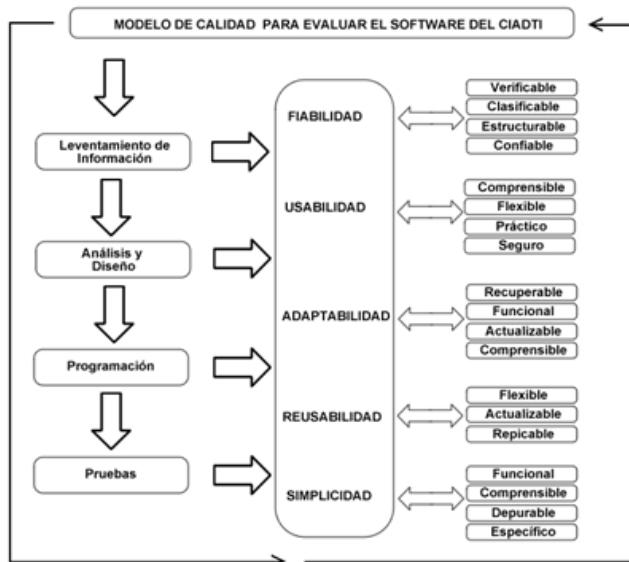


Figura 4. *Modelo de Calidad CIADTI para Evaluar los Artefactos del Proceso. Fuente: Autor*

proceso y el artefacto, se evalúa si es viable la aplicación del modelo y una vez aprobado se asignan porcentajes de valor a cada una de las categorías. Por último se aplica el instrumento, se tabulan y analizan los resultados por el equipo de expertos, se dan las conclusiones y recomendación al coordinador o encargado del proceso. Es importante resaltar que el modelo se puede aplicar a cualquier documento o artefacto y es flexible en la asignación de atributos a evaluar.

V. VALIDACIÓN DEL MODELO

El proceso de validación consistió en la aplicación de un instrumento al personal de desarrollo en sus áreas específicas

de trabajo, identificadas de la siguiente manera: levantamiento de Información, Análisis y Diseño y Programación. El siguiente paso fue el análisis de la información, donde se identificaron los valores más bajos y más altos en cada uno de los instrumentos y, para finalizar, se tabularon en un cuadro de resultados. La segunda tarea para validar el instrumento fue aplicarlo a un panel de expertos en el CIA-DTI, entre coordinadores y consultores con más de ocho años de experiencia en la construcción de software; a este instrumento se le aplicaron los mismos pasos que al equipo de desarrolladores y la validación surgió del análisis comparativo entre las dos tabulaciones y las observaciones generales de los expertos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó un estado del arte sobre la calidad del producto, teniendo en cuenta estudios internacionales y modelos de evaluación, logrando establecer que durante las últimas décadas muchas investigaciones se han realizado con el fin de crear herramientas y procesos estandarizados que permitan tanto desarrollar software de calidad, en primera instancia, así como evaluar dicho software una vez se encuentra terminado; en la misma línea fue posible establecer que no existe una herramienta o procedimiento unificado que permita evaluar la calidad de software, sino que existen una gran variedad de modelos, cada uno con un enfoque diferenciado, y cuyo criterio de aplicación corresponde al grupo de parámetros que se deseé sea evaluado, por lo tanto se definió un modelo de evaluación para medir la calidad del producto del CIADTI a partir de la ejecución de tres etapas: diagnóstico, diseño y aplicación.

El modelo fue evaluado, configurado a través de medidores internacionales como la norma ISO 9126, el modelo FURPS+, el modelo MCCALL y el modelo DROMEY, entre otros.

Se utilizó una grupo muestral de 15 personas del CIADTI, quienes participaron y retroalimentaron el proceso de diagnóstico y la siguiente etapa de autoevaluación del modelo para que este finalmente fuese consolidado. El modelo de evaluación final se sujeta a las cuatro fases en la cuales se ejecuta el producto: levantamiento de información, análisis y diseño, programación y pruebas. Cada una de estas etapas estuvo acorde a unas categorías que fueron previamente analizadas en el diagnóstico, y de las cuales gracias a los criterios obtenidos por la revisión de la literatura se seleccionaron cinco: fiabilidad, usabilidad, adaptabilidad, reusabilidad y simplicidad.

El modelo producto de esta investigación es innovador ya que se manejaron los conceptos y parámetros para el desarrollo de software, los cuales se caracterizaron para luego

aplicarlos en los artefactos que hacen parte de las etapas del desarrollo de Software. El resultado de este trabajo puede ser aplicado a cualquier artefacto o documento que maneje algún proceso dentro de un sistema.

Se propuso la creación de un comité evaluador, conformado por cuatro personas de mayor experiencia en la unidad de trabajo, que calificaron en conjunto todos los componentes del modelo desde una óptica objetiva; esto dio lugar a la comparación de resultados entre desarrolladores y comité a fin de proponer un consolidado de mejoras para el desarrollo del producto en el CIADTI.

Se dejan ensamblados en formato Excel los instrumentos, calificaciones y valoraciones respectivas del modelo de evaluación para que, en adelante y de acuerdo al Sistema de Gestión de Calidad del CIADTI, se lleve el proceso de evaluación cada periodo de tiempo conveniente, propiciando con ello el fortalecimiento de cada fase de desarrollo a partir del análisis de las respectivas categorías correspondientes a la calidad del software.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación en Ciencias Computacionales de la Universidad de Pamplona que apoya el programa de Maestría en Gestión de proyectos Informáticos, dentro de la cual son estudiadas y discutidas diversas áreas de conocimiento de la gestión de proyectos y la ingeniería del software, junto con docentes y estudiantes del programa.

REFERENCIAS

- AENOR. Asociación Española de Normalización y Certificación. ISO/IEC 14598: Tecnología de la Información. Evaluación del Producto Software. Parte 5: procedimiento para evaluadores (ISO/IEC 14598-5:1998), Parte 5. 2004.
- AGUIRRE, ANDRÉS FELIPE., PARDO, CÉSAR PANTOJA, WILSON LIBARDO., PINO, FRANCISCO J - Reporte de Experiencias de La Aplicación de Competisoft en Cinco Mipymes Colombianas. Consultado en línea en el URL <http://hdl.handle.net/11190/186>. 2010.
- AL-QUTAISH, R; Quality. Models in Software Engineering Literature: An Analytical and Comparative Study. Journal of American Science 6 (3). <http://publications.rafa-elayyan.ca/33.pdf>. 2010.
- ARDILA, CARLOS., PINO, FRANCISCO. panorama de Gestión Cuantitativa de Procesos de Desarrollo de Software en Pequeñas Organizaciones. Universidad del Cauca, Popayán, Colombia, 2013.
- CARVALLO VEGA, JUAN PABLO Towards a Unified Catalogue of Bon-Technical Quality Attributes to Support COTS-Based Systems Lifecycle Activities. Sixth International Conference on Commercial-off-the-Shelf (COTS)-Based Software. System.IEEE Computer Society, 2007.
- CHÁVEZ ROJAS, ALMA DELI. Calidad del Software.“El Camino al Éxito.” Instituto Tecnológico de Colima, Av. Tecnológico no. 1,Villa de Álvarez, Colima, México. 2009.
- CONSUEGRA RODRÍGUEZ., DIALYS ALASKA., SHELTON NADAL, RONALD., GARCÍA PÉREZ, ANA MARÍA. Automatización de La Gestión de La Calidad de Una Organización de Software Partiendo de La Medición del Tamaño y Tomando Como Principio La Satisfacción Del Cliente. Centro de estudios de informática. Universidad central de las Villas “Martha Abreu” Uclv. Santa Clara. 2005.
- CONSUEGRA, RODRÍGUEZ., DIALYS ALASKA., SHELTON NADAL, RONALD., GARCÍA PÉREZ, ANA MARÍA., Automatización de la gestión de la calidad de una organización de software partiendo de la medición del tamaño y tomando como principio la satisfacción del cliente. Centro de estudios de informática. Universidad central de las Villas “Martha Abreu” Uclv. Santa Clara. 2005.
- DAVE ZUBROW. Measuring Software Product Quality: The ISO 2500 Series and CMMI, European SEPG - June 14, 2004
- DÁVILA NICANOR, LETICIA; MEJÍA ÁLVAREZ, PEDRO. Evaluación de la Calidad de Software en Sistemas de Información en Internet. Cinvestav-ipn. Sección de Computación Zacatenco. México. 2005.
- DÁVILA, LETICIA. Evaluación de la Calidad de Software en Sistemas de Información en Internet. Recuperado de: <http://delta.cs.cinvestav.mx/~pmejia/davila-mejia.pdf>. 2005.
- DÍAZ-ANTÓN, G., PÉREZ, M., GRIMÁN, A., MENDOZA, L. Instrumento de Evaluación de Software Educativo Bajo un Enfoque Sistémico. 2008. Consultado en línea en el URL http://www.labf.usb.ve/?page_id=393. 2008.
- ESTAYNO, M., DAPOZO, G., CUENCA PLETCH, L., GREINER, C., MEDINA, Evaluación de Calidad de Software, Formación de Recursos Humanos y Políticas Públicas para la Promoción de la Industria del Software en la Región del Noreste Argentino. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. 2009.
- EARLS, A., Modeling. Artículo publicado en el portal ebizq.net 2011. Fuente.Consultada: http://www.ebizq.net/topics/bpm_process_modeling/features/13202.html. 2011.
- GUTIÉRREZ, EDNA., GUTIÉRREZ, AGUSTÍN., PÉREZ, AURORA., MÁRQUEZ, LUIS. Acerca de la implementación de los modelos de calidad de la construcción de software en México. Universidad Autónoma de México, México. 2009. Consultado en línea en el URL: <http://www.redalyc.org/pdf/2570/257020617011.pdf> 2009.
- INCERA, G., Medidas de Calidad en Proceso, Producto y Mantenimiento, Aplicadas al Control estadístico de Procesos. Escuela Superior de Informática de la Universidad de Castilla, la Mancha España. 2005.
- IEEE, 1990. Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE, Standard Glossary of Software Engineering Terminology. STD 610-1990.
- ISO, 1994. International Organization for Standardization. ISO 8042:1994. Sistemas de Gestión de Calidad, Conceptos y Vocabulario.
- ISO, 1998. International Organization for Standardization. Software Process Improvement Capability Determination, SPICE, En español Determinación de la Capacidad de Mejora del Proceso de Software. 1998.
- ISO, 1999 International Organization for Standardization. Quality management systems - Requirements. ISO/IEC 9001. 1999.
- ISO, 2000 International Organization for Standardization. Sistemas de Gestión de Calidad, Conceptos y Vocabulario (traducción), Norma ISO 9000:2000.
- ISO, 2000. International Organization for Standardization, ISO/IEC 9126: Ingeniería del software: Calidad del Producto Software: Modelo de Calidad. 2005.
- ISO, 2005. International Organization for Standardization. ISO/IEC 25000:2005. Software product Quality Requirements

- and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SQuaRE.
- LÓPEZ, A., CABRERA C., VALENCIA L., Calidad de Sistemas de Información. 2^a edición, 2008.
- MENDOZA, LUIS., PÉREZ, MARÍA., GRIMÁN, ANNA.., ROJAS, TERESA. Algoritmo para la Evaluación de la Calidad Sistémica del Software. Laboratorio de Investigación en Sistemas de Información, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. 2002.
- MONSALVE, LUIS., Calidad del Software. Consultado en línea en el URL: <http://prof.usb.ve/lmendoza/Documentos/PS-6117%20%28Teor%29/PS6117%20Calidad%20del%20Software.pdf> 2002.
- McCALL, J., & CAVANO, J. A framework for the measurement of software quality. ACM. 1978
- OTÁLORA, JORGE., GUTIÉRREZ ELIANA. Herramienta de Gestión de Calidad para el Proceso de Software, Orientada a Mipymes Basado en la Norma ISO/IEC 15504. Fundación Universitaria Católica del Norte, Colombia. 2011.
- ROLÓN ELVIRA; RUIZ, FRANCISCO; GARCÍA, FÉLIX; PIATTINI MARIO. Aplicación de métricas Software en la Evaluación de Modelos de Procesos de Negocio. Universidad Autónoma de Tamaulipas-Fians; Universidad de Castilla-la Mancha. 2010.
- RUIZ, GUSTAVO ALBERTO., PEÑA, ALEJANDRO., CASTRO , CARLOS., ARTURO., ALAGUNA, LUZ MERY; ARAIZA ÁNGELA & RINCÓN, RAFAEL DAVID. Modelo de Evaluación de Calidad de Software Basado en Lógica Difusa, Aplicada a Métricas de Usabilidad de Acuerdo con la Norma ISO/IEC 9126. Universidad de San Buenaventura, Medellín. 2006.
- SOLARTE, G., MUÑOZ LUIS., ARIAS, BIBIANA. Modelos de Calidad para Procesos de Software. Scientia El Tedmica, vol. XV, núm. 42, Agosto, 2009, pp. 375-379 - Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. 2009.
- TAKAGI, ASLI, CELIKYILMAZ, I., BURHAN TÜRKSEN Modeling Uncertainty with Fuzzy Logic, With Recent Theory and Applications, Editorial: Springer 2009.
- TORRES, JORDI., Del Cloud Computing Al Big Data: Visión introductoria para jóvenes emprendedores - Editorial UOC - PID_00194204 Primera edición: septiembre 2012.
- UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, Sistema Integrado de Gestión: Mapa de Procesos, Concepción, Elaboración, Construcción y Transición de Soluciones de Aplicativos Empresariales y de Misión Crítica Específica. 2007.

AUTORES

YMMY S. ESTÉVEZ CARVAJAL es Administrador Comercial y de Sistemas, Especialista en Gestión de Proyectos Informáticos y (C) Magister en Gestión de Proyectos Informáticos, Analista del Centro de Gestión del Conocimiento del CIADTI, Universidad de Pamplona, es Docente Hora Catedra Adscrito a la Facultad de Educación de la Universidad de Pamplona. (yestevez@unipamplona.edu.co)

LUIS ALBERTO ESTEBAN VILLAMIZAR es Licenciado en Matemáticas y Computación, Máster en Informática. Es docente Tiempo Completo de la Universidad de Pamplona, Colombia. Está adscrito a la Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Director de la Maestría Gestión de Proyectos

Informáticos (l.esteban@unipamplona.edu.co).

Recibido en mayo 14 de 2014. Recibido con correcciones en junio 21 de 2014. Aceptado en junio 25 de 2014. Publicado en junio 30 de 2014.

Citar este artículo como:

ESTÉVEZ, Y. S., ESTEBAN, L. A. (2014). *Modelo de calidad para evaluar el software desarrollado en el centro de investigación aplicada y desarrollo en tecnologías de información CIADTI*. Revista TECKNE, vol. 12, n. 1, p. 18



TECNOLOGÍA

MODELO DE GESTIÓN DE INTERVENTORÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

MANAGEMENT MODEL OF INTERVENTORY IN INFORMATION TECHNOLOGY

L.O. Tangarife, M. Sánchez y W.M. Rojas
Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia

RESUMEN

Este documento presenta un Modelo de Interventoría de los contratos de soporte y mantenimiento de software misional, que aplica las mejores prácticas de la Guía PMBOK®, Norma ISO 21500® y Marco de Referencia COBIT®, en el área de la Gestión del Alcance. Para tal fin se diseñó el Modelo y sus instrumentos con una visión práctica e innovadora. Luego se validó el Modelo con un estudio comparativo de la percepción y aplicabilidad del software misional en la Caja de Compensación Familiar de Norte de Santander Comfanorte, considerando en sus resultados que tiene efectos en el incremento de la calidad y atiende las necesidades de los interesados.

PALABRAS CLAVE: Proyectos, Gestión Alcance, Modelo, Contrato, Interventoría.

ABSTRACT

This paper presents a Model of Interventory of contracts for mission support and maintenance software that implements best practices PMBOK® Guide, ISO 21500® and COBIT® Framework in the area of Scope Management. To this end the model and its instruments with a practical and innovative approach was designed. The model with a comparative study of perception and usability of software missionary in Caja de Compensación Familiar de Norte de Santander Comfanorte, considering the results that have effects on increasing the quality and meets the needs of stakeholders are then validated.

KEYWORDS: Projects, Management Scope, Model, Contract, Interventory.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día los proyectos de tecnología informática son complejos, con elevadas inversiones en dinero e interacción entre las diversas áreas de índole misional en las organizaciones; por ello, son sometidos a grandes presiones internas y externas para lograr su éxito.

Por consiguiente, es necesario el uso de las buenas prácticas (guías, estándares y marco de referencia para la gestión de proyectos), la experiencia en procesos de intervención y la integración en todo su contexto del logro, la ética, autocontrol y el compromiso de los interesados.

De ello depende, en la mayoría de las veces, el que se pueda tener ventajas comparativas con la competencia o simplemente mejoras en los procesos misionales que redunden en la calidad de los productos para los interesados (internos o externos).

Por lo tanto, la intervención en las tecnologías de Información, se constituye en una herramienta de gestión que

por medio de un proceso sistemático e independiente de supervisión, control y vigilancia, conduce al logro de los objetivos de proyectos que tienen inherentes el desarrollo, soporte y la innovación tecnológica, disminuyendo los riesgos negativos (amenazas) y garantizando la mejor disposición de los recursos dentro de los términos contractuales.

En consecuencia, el modelo **LOTT** (Logro de los Objetivos Trazados en Tecnología) de la Gestión de Interventoría se constituye en un orientador, generador de conocimiento permanente y fuente de consulta para todos los actores que participan en el desarrollo teniendo como base una gestión acorde con la necesidad y alineada con La Guía del PMBOK® (Project Management Body of Knowledge) como estándar en la gestión de proyectos y además; articulada con la Norma ISO 21500® y los apartes que son comunes de COBIT® (Control Objectives for Information and related Technology).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ausencia de un Modelo de Interventoría adecuado o adaptado a los contratos de soporte y mantenimiento de software en Colombia, no permite que las empresas privadas y estatales entiendan que para el cumplimiento de la misión se deben adicionar criterios de la calidad en los productos que integran las Plataformas de Tecnologías de Información.

Además, en la actualidad no existen suficientes personas, naturales o jurídicas y/o profesionales expertos para que acompañen, y asesoren en proyectos de Tecnologías de Información y el concepto de Interventoría, término acuñado en Colombia, apenas empieza a comprenderse en el ámbito del soporte y mantenimiento de los contratos de software.

Por consiguiente, es necesario recurrir a la ayuda de terceros que usen el conocimiento especializado para minimizar los riesgos y obtener un buen producto final, debido a que la gestión de los proyectos desbordaban las posibilidades propias de las entidades.

Por último; el Modelo LOTT (Logro de los Objetivos Trazados en Tecnología) de la Gestión de Interventoría trasciende a lo social, debido a que los interesados son los que obtendrán los beneficios de las tecnologías de información para una mejor calidad de vida, disminución de riesgos, mejor disposición de los recursos dentro de los términos contractuales.

III. JUSTIFICACIÓN

Indiscutiblemente un proceso de Interventoría de los contratos de soporte y mantenimiento de software misional, no se puede apartar del ciclo natural de los proyectos de tecnologías de información y debe efectuarse antes de la etapa de inicio hasta la etapa de cierre del proyecto, sin embargo, es común en Colombia la contratación de Interventoría para proyectos en etapas de ejecución, cuando son detectados los problemas en la ejecución.

El que la Interventoría apoye en una instancia avanzada del proyecto no necesariamente es malo, pero no es conveniente, porque la asimilación de los procesos de Interventoría con el grupo de proyecto que lo conforman el Contratante y el Contratista no es fácil y puede significar reproceso de trabajo o demora en el entendimiento del proyecto por parte del grupo interventor, lo que juega en contra del objetivo de tiempo del proyecto.

De otra parte, el momento por el cual está pasando Colombia, concerniente al incumplimiento de los Contratistas en cualquier tipo de obra, obedece a que las empresas responsables de hacer el seguimiento a cada proyecto, bien sea estatal o privado, no asumen tan importante responsabilidad en

toda su extensión y como resultado su impacto social no es el esperado, al contrario, la insatisfacción por perdidas de recursos, bienestar humano y credibilidad es el sentir de todos los sectores productivos de Colombia.

Este reflejo de tan mala administración de proyectos por las falencias de Interventoría incide directamente en el alcance, el tiempo y los costos para el Contratante y por ende los perjuicios para los interesados.

No se debe olvidar, que los interventores responderán civil, fiscal, penal y disciplinariamente, tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de interventoría, como por los hechos u omisiones que les sean imputables y causen daño o perjuicio a las entidades, derivados de la celebración y ejecución de los contratos respecto de los cuales hayan ejercido o ejerzan las funciones de Interventoría (Congreso de la República, Ley 1474, 2011). En consecuencia, en ningún caso, los jefes y representantes legales de las entidades estatales quedarán exonerados por virtud de la delegación de sus deberes de control y vigilancia de la actividad precontractual y contractual (Congreso de la República, Ley 1570, 2007).

En relación con lo anterior el Modelo LOTT (Logro de los Objetivos Trazados en Tecnología) de la Gestión de Interventoría se constituye en un orientador, generador de conocimiento permanente y fuente de consulta para todos los actores que participan en el desarrollo teniendo como base una gestión acorde con la necesidad y alineada con La Guía del PMBOK, como estándar en la gestión de proyectos y además, articulada con la Norma ISO 21500 y los apartes que son comunes de COBIT.

IV. OBJETIVOS

El objetivo primordial de la investigación fue el de Construir un Modelo de Gestión de Interventoría para el seguimiento a los contratos de adquisición, soporte y mantenimiento de software en el marco de las buenas prácticas de la Gestión del Alcance. Para llevarlo a cabo se estructuró la metodología desde la elaboración del estado del arte, el diseño del modelo y su validación.

V. ESTADO DEL ARTE

Para un mejor entendimiento de la Interventoría es necesario devolverse a los momentos históricos donde se da inicio con el modo de ejercer control de calidad y empieza con las construcciones de obras de gran magnitud en la antigüedad.

Incluye leyes severas y justas, en especial, en uno de sus apartes establecía: "Si un hombre construye una casa para un hombre y su trabajo no es fuerte, derrumbándose la casa, matando a su dueño, el albañil será condenado a muerte", de otra parte los fenicios tenían otra norma radical, similar a la expresada en el Código de Hammurabi: "quien hiciera un producto defectuoso, sería castigado cortándole la mano (Vidal Venegas, 2002); luego, en la época de los fenicios a través de los inspectores suprimieron todas las transgresiones repetidas de las normas de la calidad, cortándole la mano a quien hacía un producto defectuoso y se aceptaban o rechazaban los productos de acuerdo con las especificaciones gubernamentales.

Un método de Control de Calidad se suscitó alrededor del año 1450 a.C., donde los inspectores egipcios confirmaban las medidas de los bloques de piedra con un pedazo de cordel mientras los picapedreros observaban. En América Central los mayas usaron este método y se denotaba la gran importancia sobre la equidad en los negocios y cómo resolver las quejas (Contreras Camera, 2006).

Es necesario remontarse en el tiempo hasta mediados del siglo I a. C., cuando por primera vez se encuentra en las fuentes jurídicas el término *contractus* (Serrano, 2009) y la primera ocasión en que el término *contractus* aparece en la literatura jurídica con Servio Sulpicio Rufo (105 – 43 a. C.).

En el siglo XIII empezaron a existir los aprendices y los gremios. Los artesanos conocían a fondo su trabajo, productos y clientes y se empeñaban en que hubiera calidad en lo que hacían debido a que el gobierno fijaba y proporcionaba las pautas y en la mayor parte de los casos, un individuo podía inspeccionar todos los productos y establecer un patrón de calidad único (Contreras Camera, 2006).

Desde 1776, aproximadamente, fecha en la cual Adam Smith publica su célebre libro *La Riqueza de las Naciones* (Smith, 1776, citado por Contreras, 2006) y queda formalizada la Revolución Industrial cuyo propósito se orientaba a las organizaciones industriales para alcanzar cuotas de producción debido a que el volumen era lo importante y en consecuencia este funcionamiento de las empresas se difundió durante los siguientes siglos.

En el siglo XX con el advenimiento de la organización automotriz, la estrategia empresarial de Henry Ford y los métodos de producción pregonados por Frederick Taylor impulsaron las nuevas ideas sobre cómo manejar la organización industrial.

En la primera y segunda guerras mundiales se generó una necesidad de producción de bienes y servicios y prevaleció aún más en la época de la posguerra (a partir de 1945). En Occidente, Estados Unidos asumió el liderazgo de la producción masiva de bienes y servicios, no importando el despilfarro, defectos y reelaboraciones debido a que el costo se le cobraba al cliente.

Al finalizar el siglo XX comenzó a surgir el sistema industrial moderno y en los Estados Unidos, Frederick Taylor pionero de la administración científica; suprime la planificación del trabajo como parte de las responsabilidades de los trabajadores y capataces y las delega a los ingenieros industriales, dividiendo así; las operaciones complejas en procedimientos sencillos, capaces de ser ejecutados por obreros no especializados, dando como resultado productos de gran tecnología a bajo costo y un elemento de este proceso fue una inspección para separar los productos aceptables de los no aceptables viendo la calidad como la sola responsabilidad del departamento de fabricación.

Entre 1920 y 1940 la tecnología industrial cambió rápidamente, estuvieron a la cabeza en el control de la calidad la Bell System y su subsidiaria manufacturera, la Western Electric, instituyendo un departamento de ingeniería de inspección que se ocupara de los problemas creados por los defectos en sus productos y la falta de coordinación entre sus departamentos. George Edwards y Walter Shewhart, como miembros de dicho departamento, fueron sus líderes.

George Edwards (1937) expresó: "Existe el control de la calidad cuando artículos comerciales sucesivos tienen sus características más cercanas al resto de sus compañeros y más aproximadamente a la intención del diseñador de lo que sería el caso si no se hiciera la aplicación. Para mí, cualquier procedimiento, estadístico u otro, que obtenga los resultados que acabo de mencionar es control de calidad, cualquier otro que no obtenga estos resultados no lo es". Edwards acuñó la frase seguridad en la calidad y la defendía como parte de la responsabilidad de la administración.

En 1946 se instituyó la ASQC (American Society for Quality Control: Sociedad Americana del Control de la Calidad) y su presidente electo, George Edwards, declaró en aquella oportunidad: "La calidad va a desempeñar un papel cada vez más importante junto a la competencia en el costo y precio de venta, y toda compañía que falle en obtener algún tipo de arreglo para asegurar el control efectivo de la calidad se verá forzada, a verse frente a frente a una clase de competencia de la que no podrá salir triunfante". El mismo año, Kenichi Koyanagi fundó la JUSE (Union of

Japanese Scientists and Engineers: Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros). Una de las primeras actividades de la JUSE fue formar el Grupo de Investigación de Control de la Calidad (Quality Control Research Group: QCRG) que desarrolló el control de la calidad japonés, incluyendo el nacimiento de los círculos de la calidad (Gitlow, 1991).

A. CONTEXTO REGIONAL

El término que etimológicamente hablando, su origen viene del latín –intervenire- que significa: Participar o tomar parte en un asunto, interponer autoridad, intervenir, mediar e interceder (Vidal, 2002). Por tanto, en Colombia se vislumbra la Interventoría técnica, administrativa, jurídica, financiera y contable como herramienta de gestión y es mencionado normativamente por primera vez en el Decreto 1050 de 1955 (art. 273).

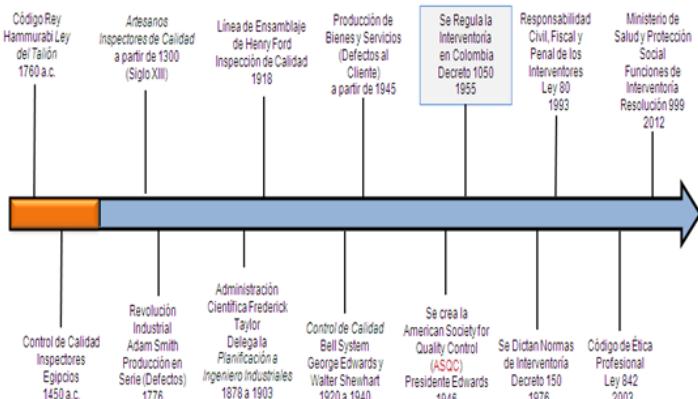


Figura 1. Estado del arte de la Interventoría.

Fuente: Diseño propio

El Decreto 150 de 1976 (art. 96) establece que La entidad contratante verificará la ejecución y cumplimiento de los trabajos y actividades de los contratistas por medio de un interventor, que podrá ser funcionario suyo. También se podrá contratar la Interventoría con personas naturales o jurídicas especializadas que posean experiencia en la materia y que estén registradas, clasificadas y calificadas como tales.

Por último, se puede observar el avance desde las universidades para la formación de interventores competentes como lo son la Universidad de Medellín y Universidad Nacional de Colombia con la Especialización en Interventoría de Proyectos y Obras, y la Universidad Pontificia Bolivariana con la Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles pero ninguna institución ofrece la Interventoría en Tecnologías de Información y se denota el poco avance y la falta de atención que merece.

VI. METODOLOGÍA

La investigación puede concebirse como “un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno” (Hernández et.al. 2010) y el elemento central de las sociedades se direcciona a la capacidad para identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información con vistas a crear y aplicar los conocimientos necesarios para el desarrollo humano (UNESCO, 2005), por tanto, se hace necesario traer a colación que Marx a mediados del siglo XIX predijo, que el conocimiento sustituye la fuerza de trabajo y la riqueza creada se mide cada vez menos por el trabajo en su forma inmediata, mensurable y cuantificable y depende cada vez más del nivel general de la ciencia y del progreso de la tecnología (UNESCO, 2005).

A. ENFOQUE CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE INVESTIGACIÓN

La investigación científica se puede abordar desde dos paradigmas o alternativas metodológicas: Cuantitativa y Cualitativa, en donde cada una tiene su propia fundamentación epistemológica, diseños metodológicos, técnicas e instrumentos acordes con el objeto de estudio.

Por ende, no son métodos excluyentes y cada opción metodológica se sustenta en supuestos diferentes que presentan forma de aprehensión y posibilidades de complementariedad y el grado de cualidad o de quantum o cantidad lo define el investigador en coherencia con su problema, sus objetivos y hasta su propia subjetividad (Delgado y Gutiérrez, 1997), luego en términos científicos el dilema debería reformularse para indagar cómo lograr una mejor comprensión de la realidad social (Bonilla y Rodríguez, 1997).

B. EPISTEMOLOGÍA

La investigación cuantitativa se basa en el positivismo y plantea una metodología única que es la misma de las ciencias exactas y naturales (Bonilla y Rodríguez, 1997), siendo lo significativo cuantificar, medir, formular tendencias, plantear nuevas hipótesis y construir teorías, por ello, desde la perspectiva del conocimiento cuantitativo, la estadística se aproxima a la totalidad, con las muestras y es la metodología más adecuada y coherente del paradigma positivista (Orozco, 1997).

La investigación cualitativa en cambio se interesa por captar la realidad social, a partir de la percepción que tiene el sujeto de su propio contexto (Bonilla Castro & Rodríguez Sehk, 1997).

Luego, el investigador induce las propiedades del problema estudiado a partir de la forma como orientan e interpretan su mundo los individuos que se desenvuelven en la

realidad que examina y explora de manera sistemática, los conocimientos y valores que se comparten en un determinado contexto espacial y temporal (Bonilla Castro & Rodríguez Sehk, 1997).

C. TIPO DE ESTUDIO

La investigación fue descriptiva en el análisis de los procesos de gestión, medición, evaluación y recolección de los datos de las variables y aspectos del fenómeno investigado “Ejecución de los contratos de software en términos de gestión de proyectos y la percepción de los usuarios frente al uso y aplicabilidad del software”. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (Hernández et. al. 2010).

D. MUESTRA

Todo estudio depende de las características de la población y muestra y se debe definir con claridad el procedimiento de muestreo y la forma de asignar sujetos a los tratamientos (Wilkinson, 1999, citado por Díaz, 2008).

INGRESO DE PARÁMETROS		
N	Tamaño de la Población	919
e	Error Muestral 5%	0,05
p	Probabilidad de Éxito (1-q)	0,5
q	Probabilidad de Fracaso	0,5
k	Nivel de Confianza del 95%	1,96

Los valores de A más utilizados y sus niveles de confianza son:

Valor de k	1,15	1,28	1,44	1,66	1,96	2,24	2,58
Nivel de Confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Para conocer un nivel de confianza del 95% k=1,96

Tamaño Muestra

Fórmula
271

Muestra Óptima
209

$$\frac{k^2 Npq}{e^2(N-1) + k^2 pq}$$

Figura 2. Cálculo de la muestra
Fuente: Diseño propio

Luego, se obtuvo estadísticamente la Muestra Óptima (ver fig. 2), y posteriormente se procedió a calcular la Muestra Estratificada de los sistemas de información misionales; identificando 7 estratos (ver fig. 3), que obedecen a los contratos suscritos por la Caja de Compensación Familiar de Norte de Santander Comfanorte y sus proveedores de software.

En la Tabla I, se describe cada una de las variables utilizadas en especial el Número de Sujetos por Estrato para determinar la cantidad de encuestas por estrato, supone un total de 209 unidades muestrales, habiéndose encuestado a un 22,77% de la población asequible.

TABLA I

DATOS MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO				
Estrato	Identificación	Nº. Usuarios	Proporción	Muestra del Estrato
1	CYGNUS	27	2,94%	6
2	ERP SOLIN	214	23,29%	49
3	GESTION EPS	35	3,81%	8
4	GHIPS	130	14,15%	30
5	KAWAK®	327	35,58%	74
6	SUBSIDIOS	96	10,45%	22
7	WEBCOLEGIOS	90	9,79%	20
Totales		919	100,00%	209

Fuente: Diseño propio

E. ENCUESTA

Un cuestionario puede ser muy valioso, para comprobar la bondad de ajuste de los datos a un modelo o para decidir que la dirección de un efecto no era la que se esperaba (Harlow, 1997) y con el fin de que la encuesta utilizada para la realización del estudio fuese valiosa se estructuró en dos bloques; para facilitar al Usuario la selección de cada una de las preguntas.

TABLA II

PERCEPCIÓN Y APLICABILIDAD		
Aspectos por Componente	Ponderación	Número de Preguntas
1. Aspectos Funcionales	30	6
2. Aspectos Técnicos	10	6
3. Aspectos Sobre el Proveedor	10	3
4. Aspectos Sobre el Servicio	15	5
5. Aspectos de Calidad	20	5
6. Aspectos Estratégicos	15	4
Total	100	29

Fuente: Diseño propio

El primer bloque consistió en la identificación del software con el contenido de una pregunta para su selección de acuerdo con el rol del usuario. Un segundo bloque de 6 grupos. Así mismo, la encuesta se estructuró para recopilar, mediante puntuaciones en escalas numéricas, la valoración que en su opinión, tuvieran los usuarios en los distintos atributos. En la Tabla II, se presentan los aspectos por componente con su ponderación y preguntas asignadas, para segmentar los resultados y su posterior análisis.

La ponderación que se obtiene en cada uno de los Componentes está dada por los parámetros para cada una de las preguntas (ver Tabla III).

TABLA III
PUNTAJE DE LAS PREGUNTAS.

Puntaje	1	2	3	4	5
Opción	Pésimo	Malo	Regular	Bueno	Excelente
Ponderación	20	40	60	80	100

Fuente: Diseño propio

F. JUICIO DE EXPERTOS

Para obtener datos confiables en el estudio, se sometió el instrumento a la técnica de juicio de expertos para validarla en su contenido y forma.

Luego, se identificaron los expertos (1 experto en Seguridad Informática, 4 expertos en infraestructura de comunicaciones y 4 expertos en administración de software), se preparó el cuestionario de valoración de contenidos e ítems que se envió a los expertos y se procedió al análisis de las respuestas obtenidas. En la estimación mediante juicio se requirió que algunas personas evalúasen los ítems respecto a los criterios (Millman y Greene, 1989), de comunicabilidad y nivel adecuado de dificultad con la escala de evaluación (ver Tabla IV).

TABLA IV
PUNTAJE DE LAS PREGUNTAS.

Puntaje	1	2	3	4	5
Opción	Muy Irrelevante	Irrelevante	Ni Relevant ni Irrelevante	Relevante	Muy Relevante

Fuente: Diseño propio

El puntaje 1 define un bajo grado de relevancia o relevancia incierta y el puntaje 5 determina un grado de relevancia alto (ver Tabla IV). La decisión de usar una valoración en una escala (1-5) se tomó teniendo en cuenta, que hay que pedir algo más que el acuerdo / desacuerdo a los jueces, pero se sugiere usar únicamente las categorías anteriores, ya que una discriminación mayor puede complicar innecesariamente el proceso de alcanzar el acuerdo y tendría poca utilidad práctica (Osterlind, citado en Batanero, 2007).

En la Tabla V, se presenta un esquema de la media de las puntuaciones asignadas por los expertos a cada uno de los contenidos de la tabla de especificaciones del cuestionario, se aceptaron todos los contenidos que recibieron una alta valoración (media ≥ 4), y se excluyeron los contenidos por debajo de la media (Media < 4) considerados algo menos adecuados.

TABLA V
MEDIA JUICIO DE EXPERTOS.

Numeral	Contenido	1	2	3	4	5	Media
11. Propósito Principal	El conjunto de módulos de la aplicación son los que requiere la organización.	9	5,00				
12. Adaptabilidad y Flexibilidad	La parametrización estándar del software cumple con las reglas de negocio.	1	8	4,89			
13. Facilidad Parametrización	La necesidad de un cambio o el mantenimiento de la parametrización en general son aplicables sin inconvenientes.	7	2	4,22			
14. Interacción Otros Sistemas	El software permite la integración con los sistemas de información misionales.	6	3	4,33			
15. Herramientas Reportes	El software tiene herramientas amigables de reportes que le permiten editar sus propios reportes y crear nuevos reportes.	1	2	6	4,56		
16. Facilidad USO	La interfaz y el orden lógico en el que se encuentran los menús en el software favorecen, son amigables y su uso es sencillo.	1	2	6	4,33		

Fuente: Diseño propio

G. INSTRUMENTOS Y FUENTES DE CONSULTA

La incipiente información que existe sobre Interventoría de Contratos de Software en especial, la utilización de

estándares internacionales y buenas prácticas hace que se dificulte más el estudio de investigación, sin embargo, se procedió a establecer el estado actual de gestión de interventoría desde la perspectiva de PMBOK® (Project Management Institute, 2013) y su integración con la ISO 21500® (Zandhuis A. & Stellingwerf R, 2013) y el Gobierno IT COBIT® (COBIT®, 1998) para el área de conocimiento Gestión del Alcance.

Además, de la Búsqueda bibliográfica en las bases de datos de la Web of Science, Scopus, Proquest, Redalyc y otras técnicas.

VII. DISEÑO MODELO LOTT

La investigación se enfocó a la interventoría de productos de software bajo los criterios del Modelo LOTT (Logro de los Objetivos Trazados en Tecnología) de la Gestión de

Interventoría con énfasis en la calidad de la prestación por parte de los proveedores en cada uno de los procesos que incorporan herramientas de Tecnologías de Información misionales en las entidades.



Figura 4. Gestión Alcance ISO 21500 vs PMBOK 5V vs COBIT 4.1.
Fuente: Diseño propio

Partiendo de la alineación de ISO 21500 y PMBOK en sus áreas de conocimiento y áreas temáticas se establecieron las comparaciones para efectuar el diseño del Modelo (ver fig. 4). Se hace énfasis en que ISO 21500 y COBIT certifican entidades y PMBOK certifica personas.

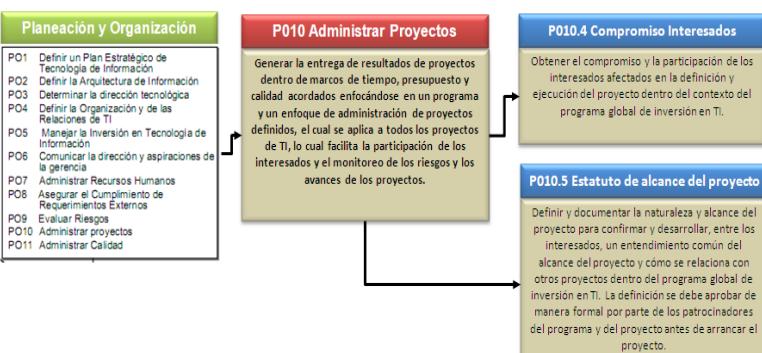


Figura 5. Planeación y organización COBIT.
Fuente: Diseño propio.

Luego se inició con la definición de proyecto como un esfuerzo temporal, único y progresivo, emprendido para crear un producto o un servicio también único (Project Management Institute, 2013) y que los planes se materializan en los proyectos, y se expresan como medio para la solución de los problemas (Miranda Miranda, 2005) para la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver entre tantas, una necesidad humana (Sapag Chaín & Sapag Chaín, 1991).

También se contrastaron los procesos de la Gestión del Alcance entre ISO 21500 y PMBOK haciendo la salvedad que solamente se alinearon con la planeación y organización de COBIT (ver fig. 5).

Luego, se orientó la investigación en uno de sus apartes del diseño del Modelo LOTT con los enunciados del Modelo McCall y el Modelo de Boehm como componente para el logro y éxito en la gestión de los proyectos. Se utilizó el modelo de McCall como base de la investigación debido a que la organización de factores en tres ejes o

puntos de vista permiten que los usuarios perciban la calidad del producto en la Operación, su Revisión y la Transición del producto (Scalone, 2006).

Por consiguiente, se acogieron criterios y factores que por sí solos no son determinísticos pero que agregados estratégicamente, aplicados debidamente y evaluados por los interesados permiten determinar la percepción de las herramientas de las Tecnologías de Información con énfasis en los contratos de software.

El Modelo LOTT se encuentra definido en dos líneas: a) Línea 1 (L1): Integración de la gestión de interventoría de los contratos de software con énfasis en la Gestión del Alcance. b) Línea 2 (L2): Percepción y aplicabilidad de las herramientas informáticas por parte de los interesados. Las

dos Líneas (L1 y L2) interactúan entre ellas en los diferentes estados de la Construcción del Modelo LOTT y fluyen luego hacia el contexto del mismo (ver fig. 6).

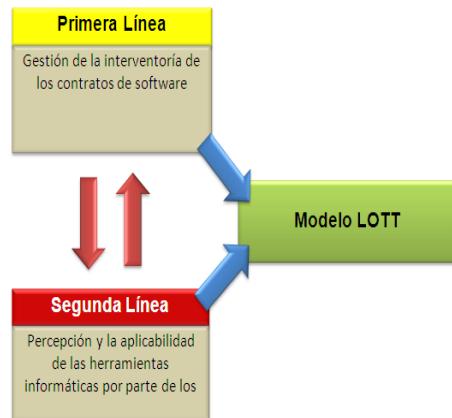


Figura 6. Líneas Modelo LOTT.
Fuente: Diseño propio

A. PALABRAS CLAVES MODELO LOTT

El Modelo LOTT de Gestión de Interventoría se estructuró con las palabras claves de logro, ética, autocontrol y compromiso de cada uno de los Stakeholders (ver fig. 7).

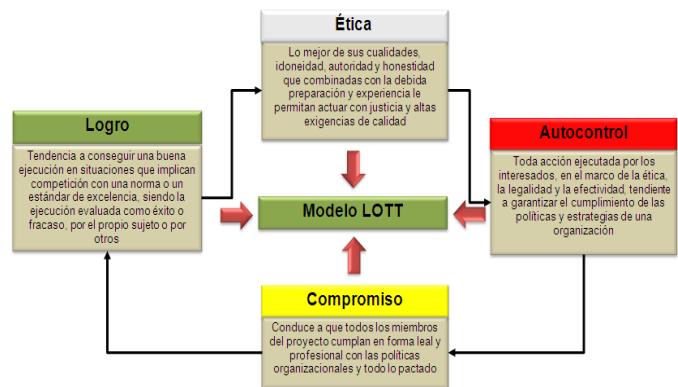


Figura 7. Palabras claves Modelo LOTT.
Fuente: Diseño propio.

Se orientó el logro como “la tendencia a conseguir una buena ejecución en situaciones que implican competición con una norma o un estándar de excelencia, siendo la ejecución evaluada como éxito o fracaso, por el propio sujeto o por otros” (Manassero & Vázquez, 1997).

Para el éxito (Logro) de los proyectos, los interesados deben ejecutar las acciones en el marco de la ética, la legalidad y la efectividad cumpliendo en forma leal y profesional con todo lo pactado y desde la óptica de la Gestión de Interventoría se procuró Utilizar la teoría de los stakeholders como una metodología para que la ética empresarial

pueda pasar de la teoría a la práctica (González, 2007). En consecuencia, el interventor debe proceder con idoneidad, autoridad y honestidad que combinadas con la debida preparación y experiencia le permitan actuar con justicia y exigencia de calidad (Maldonado, 2000).

B. INTEGRACIÓN MODELO LOTT

Partiendo de La Gestión del Alcance (ver fig. 8) del Proyecto que contiene los procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito (Mercado, 2013), se efectuó la integración de sus componentes alineados para el Logro de los Objetivos Trazados en las Tecnologías de Información para obtener el producto demandado por el cliente y dar así en el momento preciso la vida al Modelo LOTT (Logro Objetivos Trazados en Tecnología) de Gestión de Interventoría.

Conjuntamente; se incluyó el Marco Referencial de COBIT para cumplir con la responsabilidad de salvaguardar todos los activos de la empresa mediante un adecuado sistema de control interno (COBIT, 1998).

El Modelo LOTT puede ser establecido en orden secuencial desde el logro hasta la tecnología o puede ser usado en paralelo dependiendo de la experticia de los profesionales que efectúen la gestión de la Interventoría.

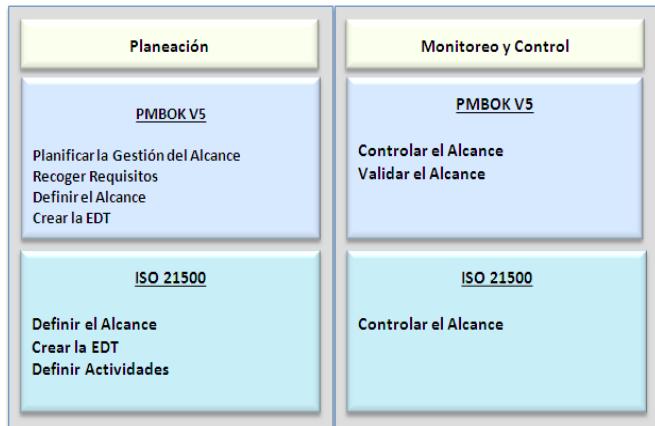


Figura 8. Alineación gestión del alcance.
Fuente: Diseño propio

La fig. 9 describe el Modelo LOTT del proyecto como una interacción continua de ciclos, donde cada ciclo incluye los procesos P1 al inicio, luego dando paso secuencialmente a los procesos P2 de Planeación y P3, como parte de la etapa de Ejecución y de forma paralela, los procesos P4 Monitoreo y Control y P5 que corresponde al cierre del proyecto y se mantienen activos de manera continua.

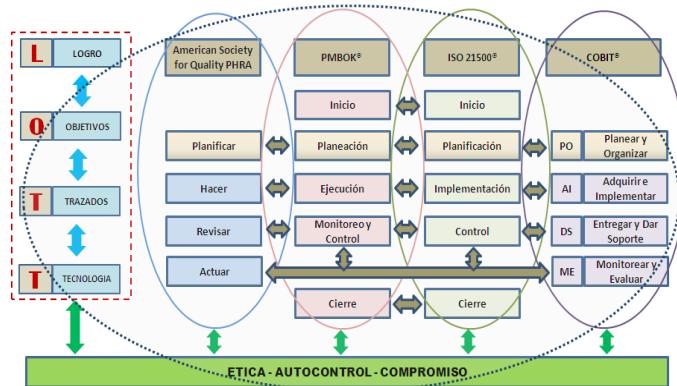


Figura 9. Integración Modelo LOTT.
Fuente: Diseño propio

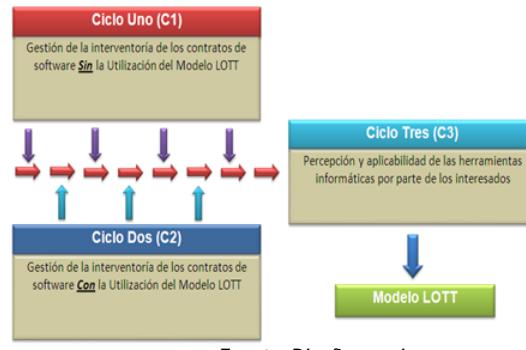
Además; los elementos que lo conforman se integran y relacionan de acuerdo con los procesos que son homogéneos y por tanto permiten articular la guía del PMBOK®, la norma ISO 21500® y el Gobierno IT COBIT®.

VIII. VALIDACIÓN

Partiendo que el diseño de investigación es un plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación (Hernández Sampieri, Baptista Lucio, & Fernández-Collado, 2010) y que el diseño de esta investigación es No Experimental debido a que no existe manipulación de variables se utilizó el método analítico para la validación del modelo.

La palabra análisis proviene del griego ἀνάλυσις que resulta de combinar ἀνά (aná) con λύσις (lýsis). El adverbio Aná corresponde a cifra o signo utilizado por los médicos griegos “en sus recetas para denotar que ciertos ingredientes han de ser de peso o partes iguales” (Lexis 22, 1982, vol. 2, p. 231); Lysis (o lisis) significa disolución, descomposición (RAE, 2001, p. 98).

Desde esta perspectiva, el análisis, debe entenderse como la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos y ha sido utilizado a lo largo de la vida humana para acceder al conocimiento de las diversas facetas de la realidad (Lopera Echavarría, Ramírez Gómez, Zuluaga Aristizábal, & Ortiz Vanegas, 2009).



Fuente: Diseño propio

Por lo tanto, la validación se realizó en tres ciclos explicados en la fig. 10, donde el primer ciclo (C1), no cuenta con la utilización del Modelo LOTT, el segundo ciclo (C2) utiliza el Modelo LOTT y el tercer ciclo (C3) es el estudio de la percepción y aplicabilidad por parte de los interesados.

A tal fin, el estudio presenta un análisis desde la perspectiva del usuario de las aplicaciones, identificando los usos a los que se ha destinado y su satisfacción con el servicio obtenido de los proveedores.

Lo anterior se aprecia con mayor detalle en la fig. 10, donde se describen los instrumentos aplicados en la Gestión de Interventoría con el Modelo LOTT para el software de GESTIÓN EPSS, además, presenta los componentes del estudio de la Percepción y Aplicabilidad de las herramientas informáticas para los sistemas de información misionales, previamente el cuestionario se validó con Juicio de Expertos en cada uno de los aspectos funcionales, aspecto técnicos, aspectos sobre el proveedor, aspectos sobre el servicio, aspectos de calidad, y aspectos estratégicos que se representan en la fig. 11.

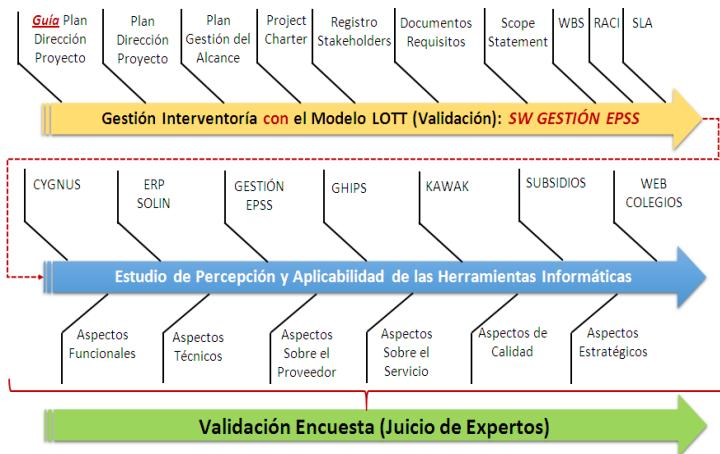


Figura 11. Validación Modelo LOTT.
Fuente: Diseño propio

Por lo tanto, se utiliza el instrumento de la encuesta constituido como un test escrito que el investigador formula a un grupo de personas para estudiar constructos como percepción, creencias, preferencias, actitudes, etc., y parte de la premisa de que si se desea conocer el pensamiento o el comportamiento de las personas, lo mejor es preguntarlos directamente a ellas descrito como un Enfoque Fenomenológico (Rámirez González, 2011).

TABLA V
PONDERACIÓN POR ASPECTOS.

Aspectos por Componente	Ponderación	CYGNUS	ERP SOLIN	GESTIÓN EPSS	GHIPS	KAWAK	SUBSIDIOS	WEB COLEGIOS
1 Aspectos Funcionales	30	20	25	29	24	24	27	23
2 Aspectos Técnicos	10	6	10	9	7	9	8	8
3 Aspectos Sobre el Proveedor	10	6	10	10	9	7	9	10
4 Aspectos Sobre el Servicio	15	11	14	15	14	10	14	14
5 Aspectos de Calidad	20	5	17	20	17	10	20	20
6 Aspectos Estratégicos	15	9	11	14	10	8	14	14
Total	100	57	87	96	82	68	93	89

Fuente: Diseño propio

Los aspectos por componente se eligieron (ver Tabla VI) de acuerdo con el grado en que el software cumple las necesidades de eficacia, productividad, satisfacción, etc.

A. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La muestra destaca, en primer lugar, que el colectivo de usuarios de GESTIÓN EPSS (ver fig. 12) son los usuarios más satisfechos.

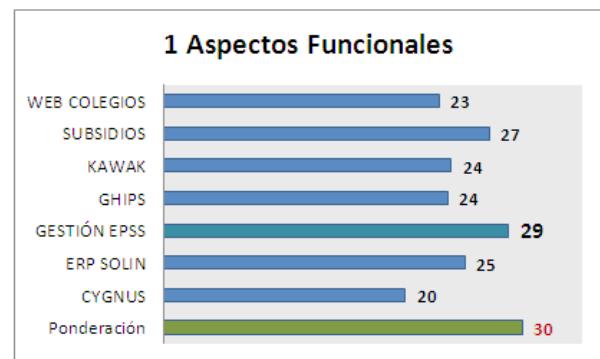


Figura 12. Consolidado por aspecto funcional.
Fuente: Diseño propio

En los aspectos técnicos sobresale la ERP SOLIN (ver fig. 13).

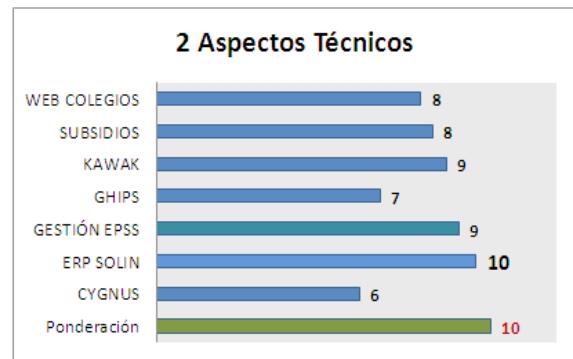


Figura 13. Consolidado por aspecto técnico.
Fuente: Diseño propio

En la muestra destaca, en primer lugar, que el colectivo de usuarios de GESTIÓN EPSS y ERP SOLIN (ver fig. 14) son los usuarios más satisfechos.

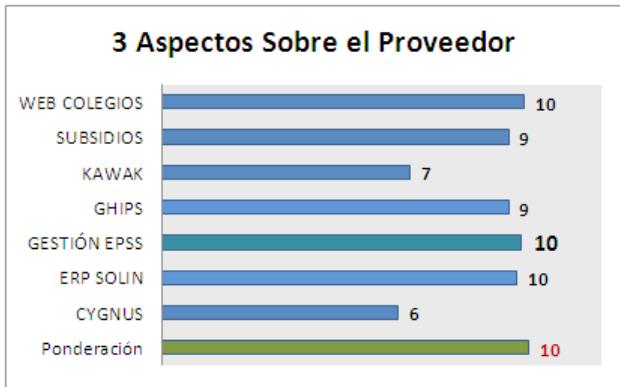


Figura 14. Consolidado aspecto sobre el proveedor.
Fuente: Diseño propio

En los aspectos sobre el servicio sobresale GESTIÓN EPSS (ver fig. 15).



Figura 15. Consolidado aspecto sobre el servicio.
Fuente: Diseño propio

La muestra destaca, en primer lugar, que el colectivo de usuarios de WEB COLEGIOS, SUBSIDIOS y GESTIÓN EPSS (ver fig. 16) son los usuarios más satisfechos.



Figura 16. Consolidado por aspecto de calidad.
Fuente: Diseño propio

La muestra destaca, en primer lugar, que el colectivo de usuarios de WEB COLEGIOS, SUBSIDIOS y GESTIÓN EPSS (ver fig. 17) son los usuarios más satisfechos.

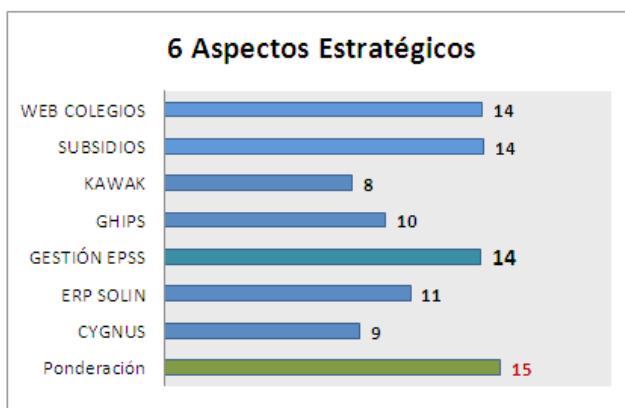


Figura 17. Consolidado por aspectos estratégicos.
Fuente: Diseño propio

Como conclusión global del estudio, a tenor de sus resultados y con el ánimo de poder estimular su uso, puede extraerse una valoración más que positiva de la utilidad de las buenas prácticas de Gestión de Proyectos como se denota en el consolidado de los contratos de software (ver fig. 18) a través de la aplicación de buenas prácticas acordes con las tendencias de administración moderna generando buenos resultados para el éxito de los proyectos.

En definitiva representan a posteriori resultados de calidad de los productos en beneficio de los Stakeholders, y se validan con los resultados comparativos de cada uno de los aspectos evaluados (ver fig. 19).

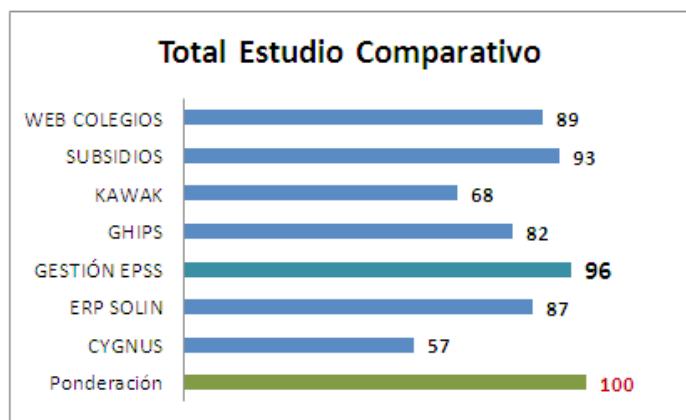


Figura 18. Consolidado estudio comparativo.
Fuente: Diseño propio

Toda la documentación de la Integración de la guía PM-BOK®, la norma ISO 21500® y el Gobierno IT COBIT®, se encuentra debidamente soportada en la Gestión del Alcance.

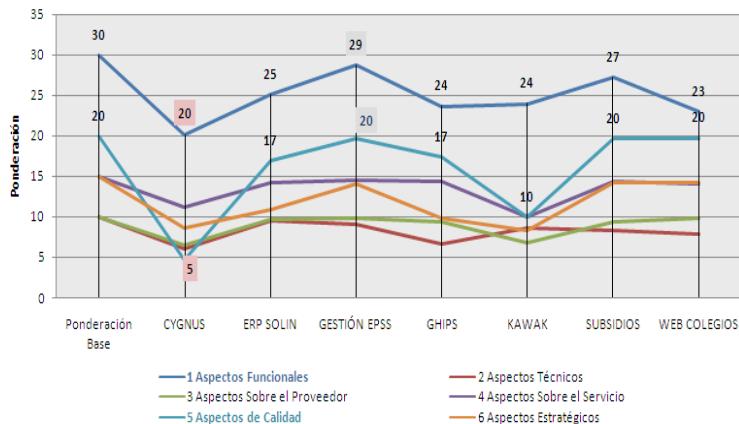


Figura 19. Comparativo por aspecto.
Fuente: Diseño propio

IX. CONCLUSIONES

Esta investigación ha proporcionado un modelo que permite facilitar un ambiente efectivo para ayudar a los profesionales a conocer y aprender sobre la gestión de proyectos para las organizaciones con un mayor grado de independencia y con la aplicación de las buenas prácticas desde la concepción del proyecto hasta el cierre del mismo.

De otra parte, la conceptualización del Modelo LOTT en el área de conocimiento de la Gestión del Alcance, puede proyectarse a las demás áreas del conocimiento de PMBOK, áreas temáticas de ISO 21500 y Marco de Referencia de COBIT.

Sin lugar a duda, la Interventoría aplicada de manera responsable es una herramienta de gestión para proteger los recursos económicos de las organizaciones, los procesos y la búsqueda incansable de proyectos exitosos.

Al mismo tiempo, se debe precisar que las dificultades que se pueden presentar a futuro en la Gestión de Proyectos, obedecen a la falta de profesionales que tengan la idoneidad, experiencia, habilidades y conocimientos de las diferentes herramientas administrativas y las buenas prácticas de las normas, estándares y marcos de referencia de las Tecnologías de Información.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló con la colaboración de la Universidad de Pamplona a través de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos y el Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales “CICOM”.

REFERENCIAS

BATANERO, C. (2006). Análisis del proceso de construcción de un

cuestionario sobre probabilidad condicional. Universidad de Granada. Educ. Mat. Pesqui., São Paulo, v. 8, n. 2, pp. 197-223.

BONILLA E Y RODRÍGUEZ S. (1997) Más allá del dilema de los mé

todos. La Investigación en Ciencias Sociales. Editorial Norma, Santa fe de Bogotá D.C.

COBIT® (1998). Marco Referencial. 2da Edición. 2da Edición. CISA. México.

COBIT® (1998). Objetivos de Control. 2da Edición. 2da Edición. CISA. México.

COBIT® (1998). Resumen Ejecutivo. 2da Edición. CISA México.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA (2003). Ley 80 de 1993. Diario Oficial No. 41.094 del 28 de octubre de 1993.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA (2003). Ley 842 de 2003. Diario Oficial No. 45.340 del 14 de octubre de 2003.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA (2011). Ley 1474 de 2011. Diario Oficial No. 48.128 de 12 de julio de 2011.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1570 de 2007. Diario Oficial No. 46.691 de 16 de julio de 2007.

CONTRERAS CAMARENA, J. (2006). Antología de Administración. UAEM, Facultad de Contaduría y Administración.

ESPILÉZ MURCIANO, F. (2009). Regulación de la vivienda en el Código de Hammurabi. Revista Ciudad y Territorio. Estudios territoriales, Madrid.

GITLOW, H. (1991). Planificando para la calidad, la productividad, y una posición competitiva. Ventura. México.

GONZÁLEZ, E. La teoría de los Stakeholders. Consultado en: VERITAS, vol. II, no 17 (2007) 205-224. España.

GORBANEFF, et. al. (2011) ¿Para qué sirve la intervención de las obras públicas en colombia? Rev.econ.inst. vol.13 no.24 Bogotá Jan./June 2011

HARLOW, L. (1997). Significance testing: Introduction and overview. En L. L. Harlow, S. A. Mulaik, y J. H. Steiger (Eds.), What if there were no significance tests? (pp. 1-20). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R et. al. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta Edición. México, México D.F.: Editorial McGraw Hill.

ISACA® (2012). COBIT® 5. ISACA. EE.UU.

IT GOVERNANCE INSTITUTE® (2005). COBIT® 4.0. ITGI. EE.UU.

MERCADO, SANDRA M. (2011). Preparación para el Examen de Certificación PMP®. Editorial Knowledge &

- Practice. (pp. 55 - 60). Colombia.
- MILLMAN, J. Y GREENE, J. (1989). The specification and development of test of achievement and ability. En R. L. Linn (Ed.), Educational Measurement (pp. 335 – 366). London: Macmillan.
- MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL (2012). Resolución 999 de 2012. Bogotá D.C.
- MIRANDA MIRANDA, JUAN, J. (2005). Gestión de Proyectos – identificación, formulación, evaluación – MM Editores, Cuarta Edición, Segunda reimpresión, Bogotá.
- OROZCO GÓMEZ, G. (1997). La Investigación en Comunicación desde la perspectiva Cualitativa. México. Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario. (IMEC).
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. (2013). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), 5^a edición, Pennsylvania, EE.UU.
- SÁNCHEZ HENAO, J. C. (2007). Gestión organizativa en el proceso edificatorio: regulación de la intervención de proyectos en Colombia. Tesis (Doctoral), E.T.S. Arquitectura (UPM).
- SAPAG CHAIN, N. (1991). Criterios de Evaluación de Proyectos. Mc Graw Hill, Madrid.
- VIDAL VANEGAS, H. (2002). Intervención de Edificaciones: para: arquitectos, ingenieros, Constructores y tecnólogos. Medellín.
- ZANDHUIS A. Y STELLINGWERF R. (2013) ISO 21500. Guidance on Project Management. Van Haren Publishing, Netherlands.
- SITIOS WEB**
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA (1976). Celebración de Contratos por Parte de la Nación y sus Entidades Descentralizadas. Decreto 150 de 1976. Recuperado en: file:///C|/Archivos%20de%20programa/Archivariu...CRETOS/LEYES_1887_1979/DECRETO_150_DE_1976.htm (37 de 37).
- DELGADO, JM Y GUTIÉRREZ, J. (SA). Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigación en Ciencias Sociales. 3ra Edición. Madrid: Síntesis. Publicado en: <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/2343/b13768761.pdf?sequence=1>
- DÍAZ, C. (2008). Errores Frecuentes en el análisis de Datos en psicología y Educación. Universidad de Granada. Recibido: 8 febrero 2008 / Aceptado: 12 marzo 2008. Hallado en: <http://digibug.ugr.es/bitsream/10481/24692/1/476.%20n.%2038.pdf>
- GESTIÓN DE PROYECTOS CON ISO 21500 Project Management. Conferencias y seminarios. En: http://www.ciccp.es/ImgWeb/Sede%20Nacional/Cursos_Jorna-das/1_Gesti%C3%B3n%20de%20Proyectos%20con%20la%20nueva%20ISO%2021500%20PM.pdf
- MALDONADO CONTRERAS, José Álvaro. Manual Guía de Interventoría de Obra. Sic Editorial. Bucaramanga. 2000. Hallado en: <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20MATEM%C3%81TICAS%20F%C3%8DSICAS%20Y%20QU%C3%8DMICAS/INGENIER%C3%8DA%20INDUSTRIAL/07PROGRAMA%20DE%20OBRAS%20Y%20REDES/TA03052332005.pdf>
- MANASSERO, M. Y VÁZQUEZ, A. Análisis empírico de dos es calas de motivación escolar. 1997. Recuperado en: <http://reme.uji.es/articulos/amanam5171812100/texto.html>
- SCALONE, F. (2006). Estudio comparativo de los modelos y están dares de calidad de Software. Consultado en: <http://posgrado.frba.utn.edu.ar/investigacion/tesis/MIC-2006-Scalone.pdf>
- SERRANO, P. (2009). Una historia del contrato en la jurisdicción romana. Consultado en: <http://www.unipa.it/~dipstdir/pub/annali/2009/PARICIO.pdf>
- UNESCO. (2005). Hacia las Sociedades del Conocimiento. Carpeta Abierta. Publicado en 2005 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado en: http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001522/docs_curso/doc/art10.pdf

AUTORES

L.O. TANGARIFE, *Ingeniero de Sistemas, Especialista en Gerencia de Servicios de Salud y Magister en Gestión de Proyectos Informáticos Universidad de Pamplona, (e-mail: l_omart@yahoo.com).*

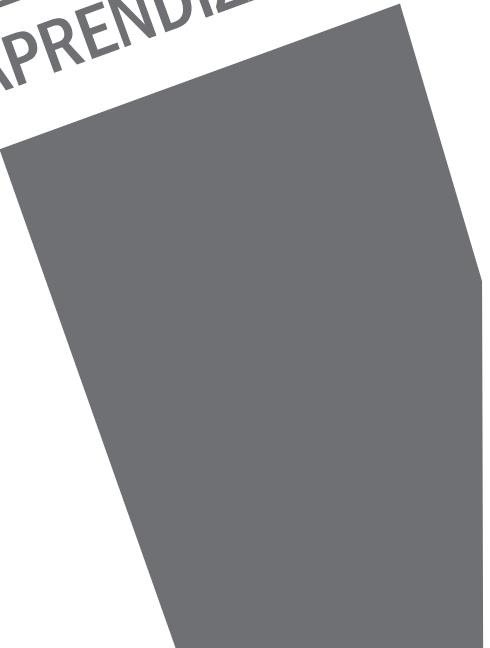
M. SÁNCHEZ, *es Ingeniera de Sistemas, Máster en Ciencias Computacionales. Docente Universidad de Pamplona, Colombia. Está adscrita a la Facultad de Ingenierías y Arquitectura. (mpilas@hotmail.com).*

W. M. ROJAS, *Ingeniero de Sistemas, Máster en Ciencias Computacionales, Máster en Investigación Educativa, Especialista en Ingeniería del Software y (C) Doctor en Ciencias Aplicadas. Es docente Tiempo Completo de la Universidad de Pamplona, Colombia. Decano de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura. (mrojas@unipamplona.edu.co).*

Recibido en marzo 23 de 2014. Recibido con modificaciones en junio 26 de 2014. Aceptado y publicado en junio 30 de 2014.

Citar este artículo como:

TANGARIFE, L. O., SÁNCHEZ, M. & ROJAS W. M. (2014). *Modelo de gestión de intervención en tecnologías de la información. Revista TECKNE*, vol. 12, n. 1, p. 32.



APRENDIZAJE

UTILIZACIÓN DE SIMULACIÓN DISCRETA COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE DE LOGÍSTICA EMPRESARIAL

USING DISCRETE SIMULATION AS MANAGEMENT LOGISTICS LEARNING STRATEGY

G.M. Rodrigo Andrés¹, Z.M.Abdul², C.A. José Alejandro³

¹Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia

²Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia

³Universidad de Medellín, Medellín, Colombia

RESUMEN

El artículo tiene como objetivo presentar una nueva metodología para el aprendizaje de gestión logística basado en la utilización de la herramienta computacional de simulación discreta. Como resultado de la investigación, se obtiene una metodología que facilita el aprendizaje de la gestión logística y centra el proceso de formación en los estudiantes. Para medir los resultados de la metodología se llevó a cabo un estudio con estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Industrial, los cuales manifiestan en 90% satisfacción y reconocen en un 100% la contribución de la metodología desarrollada en la formación y desarrollo de competencias en gestión logística.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje, competencias, logística, simulación discreta

ABSTRACT

The paper present a new learning methodology for logistics management based on the use of discrete simulation software tool. The paper gives a methodology that facilitates the logistics management learning and the training process focuses on students. The results of the methodology are represented in the study of ninth semester Industrial Engineering students, which manifest satisfaction in 90% and contribution of the methodology developed in the training and development of skills in logistics management in 100%.

KEYWORDS: discrete simulation, learning, logistics, skills

I. INTRODUCCIÓN

En la última década la gestión logística ha cobrado importancia en el ámbito empresarial colombiano por el impacto en la productividad de las compañías y la competitividad de diferentes sectores económicos. Inclusive con la tendencia del país en firmar Tratados de Libre Comercio y fomento del comercio internacional cobra mayor importancia el adecuado diseño, mejoramiento y administración de sistemas logísticos que permitan un flujo de información, productos y dinero orientado a satisfacción de las necesidades de los clientes y costos adecuados de operación.

Para una adecuada gestión logística se requiere personal con competencias de planeación, ejecución y control de los procesos y recursos. Para crear o fortalecer las competencias del personal pueden emplearse estrategias de aprendizaje en cursos de programas de educación formal y formación. Entre la educación formal se consideran posgrados (doctorado, maestría, especialización), pregrados, programas tecnológicos y técnicos. Por su parte, la formación se basa en cursos, seminario o actividades de entrenamiento específicos.

Para el aprendizaje de la gestión logística en programas de educación formal y formación pueden utilizarse diferentes estrategias didácticas como el aprendizaje basado en problemas, aprendizaje colaborativo, estudios de casos, aprendizaje orientado a proyectos, simulación, entre otras técnicas didácticas que permiten la creación o fortalecimiento de competencias.

De las diferentes técnicas didácticas la simulación permite representar o imitar procesos o productos buscando la creación de escenarios que faciliten el aprendizaje, el desarrollo o fortalecimiento de competencias de los estudiantes o personal que desempeña procesos de planeación, ejecución y control de procesos logísticos. En la simulación de procesos logísticos puede utilizarse laboratorios, infraestructura o Tecnologías de Información o software de modelamiento de simulación discreta.

Por los motivos expuestos, el artículo tiene como objetivo presentar una metodología para el aprendizaje de procesos de gestión logística empresarial basado en la utilización de la herramienta computacional de simulación discreta

con representación en 3D. El público del artículo son profesores, tutores, investigadores, estudiantes y personas interesadas en conocer técnicas didácticas de aprendizaje como la simulación.

La metodología que se utiliza para alcanzar el objetivo propuesta se basa en la utilización de información secundaria y primaria. La información secundaria relacionada con simulación discreta, logística y competencias se obtiene de libros y revistas científicas. Por su parte, la información primaria se recolecta de la planeación y desarrollo de un caso de estudio dónde se implementa la metodología de aprendizaje con simulación en un curso de simulación aplicada con estudiantes de noveno semestre de Ingeniería Industrial en una Institución Universidad ubicada en el Valle del Aburra en el departamento de Antioquia.

El artículo se estructura en cuatro partes. En la primera parte, se presenta una contextualización teórica de la gestión logística, la simulación discreta y su relación como técnica de aprendizaje para crear o fomentar competencias laborales. La segunda parte presenta la metodología de aprendizaje de gestión logística basada en la utilización de un software de simulación discreta en 3D. En la tercera parte, se presentan los resultados y discusión de la aplicación de la metodología en el aprendizaje de gestión logística en un curso de simulación en Ingeniería Industrial. Finalmente, se presentan las conclusiones y trabajos futuros a partir de los resultados del artículo.

II. SIMULACIÓN DISCRETA COMO TÉCNICA DE APRENDIZAJE DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA

Este numeral tiene como objetivo presentar los conceptos teóricos de la simulación discreta como técnica didáctica para apoyar el aprendizaje de la gestión logística para facilitar la generación y fortalecimiento de competencias. Por estos motivos, inicialmente, se presentan las generalidades y conceptos de la gestión logística, las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) como herramientas para el aprendizaje, el concepto de simulación discreta, y posteriormente se establece la relación y utilización de la simulación discreta como técnica de aprendizaje para la creación y formación de competencias en gestión logística.

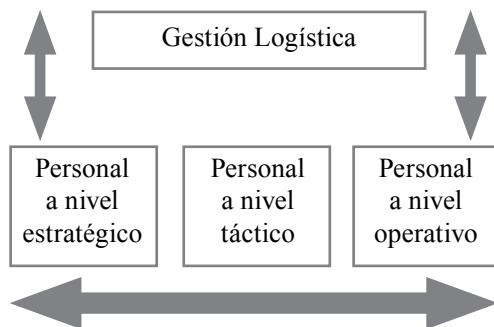
A. GESTIÓN LOGÍSTICA

Las empresas de diferentes sectores empresariales desarrollan sus operaciones en el ámbito de la cadena de suministro, que generalmente es conformada por un conjunto de proveedores que suministran bienes y servicios que permiten a la empresa fabricar productos o prestar servicios demandados por los clientes para satisfacer las necesidades.

En el contexto del artículo, se adopta la siguiente definición de gestión logística establecida por el Council Supply Chain Management por Ballou, R.H. (2004, pág. 24): "Parte de la cadena de suministro encargada de la planeación, implementación y control del flujo directo e inverso de productos, servicios e información entre el punto de origen y punto de consumo con el propósito de cumplir las expectativas del consumidor".

La gestión logística tiene dos objetivos principalmente. El primero planear, implementar, controlar y mejorar el flujo de información, productos y dinero en la cadena de suministro. El segundo es contribuir a la satisfacción de las necesidades de los clientes y operar a costos adecuados garantizando que los pedidos se entreguen en el tiempo, lugar, cantidad y calidad deseados (Ballou, R.H., 2004; Waters, D., 2010).

La gestión logística en la cadena de suministro, se implementa a través de diferentes procesos como: aprovisionamiento, gestión de almacenes e inventarios, transporte y distribución, servicio al cliente, y logística inversa, que cubren desde la adquisición de materia prima e insumos a los proveedores pasando por la producción o prestación del servicio hasta la entrega a los clientes (Correa, A., Gómez, R.A., & Cano, J.A., 2009).



*Figura 1. Niveles de personal en la gestión logística
Fuente: Elaboración propia*

Para planear, ejecutar, controlar y mejorar los procesos de la gestión logística, se requiere de personal competente a nivel estratégico, táctico y operativo (Figura 1).

En el nivel estratégico, se requiere profesionales con competencias de planeación, control, diseño, mejoramiento e investigación. Generalmente los cargos de este nivel son ocupados por doctores, magísteres, especialistas e ingenieros. Por su parte, el nivel táctico necesita profesionales como ingenieros o tecnólogos competentes en la planeación y control operativo de los procesos logísticos buscando que estos alcancen los objetivos establecidos y se utilicen adecuadamente los recursos.

Finalmente, el nivel operativo se encarga de ejecutar y controlar los procesos logísticos y utilizar los recursos establecidos con el fin de atender y desarrollar los flujos de información y productos que permiten a la empresa operar y satisfacer las necesidades de los clientes.

Para desarrollar los procesos de aprendizaje en los niveles estratégicos, tácticos y operativos que permitan la creación o fortalecimiento de competencias del personal en gestión logística pueden utilizarse diferentes técnicas didácticas como: aprendizaje basado en problemas, estudios de caso, aprendizaje orientado a proyectos, simulación, entre otros (Bañeres, D., 2008).

De las diferentes técnicas didácticas, la simulación permite representar e imitar procesos reales a través del diseño de laboratorios, infraestructura logística a escala o desarrollo de modelos computacionales que permiten a los estudiantes, profesionales u operarios analizar el comportamiento e interactuar con los procesos logísticos, lo cual facilita el aprendizaje de la gestión logística al generar y fortalecer competencias (Fernández, P., 2007) y (Frazelle, E. & Sojo, R., 2007). Adicionalmente, junto a la simulación pueden utilizarse otras técnicas didácticas como el aprendizaje basado en problemas y proyectos, ya que son complementarias y buscan facilitar el aprendizaje de la gestión logística (Iannoni, A.P. & Morabito, R., 2006) y (Bañeres, D., 2008).

Debido al alcance del artículo y a partir de una exploración del estado del arte basado en la revisión de revistas científicas nacionales e internacionales de bases de datos como SCIELO, Education Full Text, Doaj - Directory of Open Access Journals, Emerald, entre otras, no se identificaron artículos que desarrollen metodologías de la técnica de simulación aplicada a la gestión logística. En la literatura se identifican propuestas o descripciones del uso de la técnica didáctica de simulación de forma general considerando aspectos como: definición, objetivos, actividades, entre otros, y el software desarrollado por Chang Y.C., Chen, W.C., Yang, Y.N & Chao, H, (2009) que es un juego que apoya la evaluación de estrategias de producción y logística en el proceso de aprendizaje. En el artículo, los autores describen las funcionalidades del software pero no desarrollan una metodología que facilite su utilización como estrategia de aprendizaje enfocado a competencias.

Por esto motivo, se identifica como oportunidad desarrollar una metodología que permita utilizar la simulación discreta como estrategia de aprendizaje de la gestión logística que facilite la generación y fortalecimiento de competencias en estudiantes, profesional y personal relacionado con este proceso.

A. MANEJO DE LAS TIC PARA EL APRENDIZAJE

La Asociación Americana de las Tecnologías de la Información (ITAA) define las TIC como: “el estudio, el diseño, el desarrollo, el fomento, el mantenimiento y la administración de la información por medio de sistemas informáticos”.

Con la llegada del siglo XX y la tendencia de un mundo hacia la globalización, la generalización y expansión del conocimiento y la evolución del mercado laboral. Comienza una nueva era de las tecnologías “digitales”. La digitalización de la información hace posible integrar los lenguajes y la difusión de documentos multimedia por Internet, esto ofrece a las TIC nuevos privilegios para la educación (Gutiérrez, A., 2007).

El avance de la tecnología ha generado la interconexión de computadoras que se encuentran en diferentes lugares del mundo, generando una red de intercambio de información, conocimientos y comunicaciones. Las TIC están facilitando el acceso a un volumen grande de información que no era localizable en el pasado, incrementando la velocidad en las comunicaciones, posibilitando intercambios entre el emisor y receptor de manera más ágil, facilitando el proceso de aprendizaje de muchas personas. Para aprovechar el avance de la tecnología, debe generarse una transformación desde las empresas, organismos gubernamentales, mercado laboral, instituciones educativas y cada ciudadano (Abustos, A., 2005).

Es necesario en el manejo de las TIC, disponer como mínimo de una computadora personal con conexión a internet y programas que faciliten el aprendizaje en cualquier área. Además se debe tener unos conocimientos mínimos sobre tecnología.

Gutiérrez, A., (2007) dice que la enseñanza obligatoria, la formación del profesorado y la investigación educativa deben ser complementarias entre sí, para conformar una política educativa y tecnológica global e integradora, donde se integre los currículos de las TIC, para “humanizar” la tecnología al servicio de la educación, donde se pase de una sociedad de la información a una sociedad de conocimiento.

Abustos, A., (2005, págs. 8 - 9), afirma que:

Las transformaciones en las instituciones educativas, redefinen el papel de los principales actores del proceso enseñanza – aprendizaje, el modelo pedagógico y sus objetivos.

vos, el entorno de aprendizaje y, en general, las necesidades formativas de los estudiantes y la respuesta que la sociedad les ofrece. Con las TIC se ve la necesidad de redefinir el modelo pedagógico convencional; hay una gran diferencia en lo que aprende un estudiante cuando ha finalizado sus estudios de Universidad y lo que en realidad requiere para la vida laboral. Los estudiantes que siguen procesos de educación convencional, son buenos memorizadores y receptores de la información, donde se tiene al profesor como centro de todo conocimiento; prima la transmisión de conocimientos y contenidos a través del profesor.

Las necesidades actuales de los estudiantes, trabajadores y empresas no están bajo un modelo tradicional de enseñanza, adquieren relevancia los perfiles de aprendices que se forman utilizando las TIC para adquirir competencias que les capaciten en lo que será un mundo laboral. En la sociedad del conocimiento que vivimos, donde abunda la información, se pone en el centro del proceso educativo al estudiante y se propicia en él el desarrollo de las competencias de análisis, evaluación y síntesis de la información, pensamiento estratégico, donde se genere conocimiento aplicable al entorno laboral y social y que esté en proceso de cambio continuo. Bajo este modelo el profesor se convierte en un mediador de contenidos y un guía del aprendizaje.

Las TIC, generan modelos educativos con flexibilidad y abiertos al servicio del estudiante, donde se potencialice el desarrollo de competencias aplicables a nivel profesional, personal y social.

El internet puede romper, el monopolio del saber. Actualmente las TIC e Internet se están introduciendo al entorno educativo convencional, avanzando hacia sistemas mixtos de enseñanza que integren presencialidad con virtualidad.

B. TÉCNICA DIDÁCTICA DE SIMULACIÓN APLICADA A LOGÍSTICA

La simulación permite imitar un sistema o proceso real, con el fin de representar, comprender, analizar su comportamiento o estudiar el efecto de la variación o inclusión de diferentes factores que pueden afectar su funcionamiento (Frazelle, E. & Sojo, R., 2007).

Piera, M.A., Guasch, TJ., Casanovas, J., & Ramos J.J., (2006), afirman que el éxito de las técnicas de simulación como herramienta útil para la toma de decisiones en logística, se centra en formalizar la experiencia y conocimiento adquirido en la gestión del sistema, para analizar, evaluar y prever las mejores alternativas que permitan alcanzar los objetivos de la organización.

Muchas empresas deben redefinir sus procesos productivos, pero para esto deben tener métodos, criterios, herramientas que faciliten la toma de decisiones, dando una respuesta positiva en los aspectos estratégicos, económicos, operacionales y tácticos.

El uso de la simulación en la logística puede realizarse con a) laboratorios o infraestructura física que imiten a escala procesos, recursos y TIC logísticos b) modelos computacionales de simulación discreta en 2D y 3D utilizando software como SIMIO SIMULATION (R), FLEXSIM, PLANT SIMULATION, entre otros que apoyan decisiones de diseño y mejora (Iannoni, A.P. & Morabito, R., 2006).

El aprendizaje basado en la simulación presenta las siguientes ventajas en el proceso formativo:

- Experimentar, analizar y evaluar propuestas de diseño o mejoramiento de procesos logísticos utilizando modelos computacionales o sistemas reales a escala como laboratorios, evitando el inadecuado uso de recursos humanos, materiales y afectación de la productividad debido a prácticas académicas e investigaciones en el entorno de operación real de la empresa.
- Enfrentar al estudiante a procesos o entornos que representan un escenario práctico, lo cual puede facilitar el desarrollo de competencias en procesos logísticos que permitan el adecuado desempeño profesional.
- Centrar el aprendizaje en el estudiante buscando que este desarrolle habilidades, conocimientos y experiencias en entornos simulados similares a los procesos logísticos reales en los que se desempeñará profesionalmente.
- Desarrollar o fortalecer en el estudiante la capacidad de apoyo en la toma de decisiones que permitan determinar las estrategias para incrementar la productividad y sus niveles apropiados de inversión, lo cual, debe considerarse como una competencia importante en el diseño, mejoramiento y gestión de los procesos logísticos.
- El uso de la simulación cobra importancia en el aprendizaje y desarrollo de competencias en la logística empresarial donde se requiere que el estudiante no solo conozca y observe procesos de compras, inventarios, almacenamiento, transporte, empaque sino que interactúe y experimente el cambio de factores en las políticas, operaciones y recursos asociados a los procesos.

Entre las desventajas de utilizar la simulación como apoyo al aprendizaje, se considera:

- El proceso de aprendizaje de procesos logísticos puede afectarse negativamente debido a una inadecuada planeación del proceso de formación donde se incluye el establecimiento de objetivos, alcances y estrategias didácticas.
- Planear y ejecutar procesos de formación basados únicamente en simulación, ya que el estudiante para el desarrollo de las competencias requiere del uso de otras técnicas didácticas como aprendizaje basado en estudios de caso, basado en problemas y análisis de teorías que soportan los procesos logísticos.
- Diseño inadecuado de modelos computacionales o físicos de simulación que no imiten los procesos logísticos, recursos e infraestructura necesarios para que el estudiante desarrolle las competencias.

Los modelos de simulación tienen la desventaja que solo sirven para representar un diseño o configuración de un sistema logístico, por lo cual, debe establecerse qué aprendizajes y competencias apoyan el proceso formativo en proceso logísticos.

Puede indicarse entonces que la simulación permite representar e imitar procesos reales a través del diseño de laboratorios, infraestructura logística a escala y modelos computacionales en 3D considerando condiciones de incertidumbre que permiten a los estudiantes, profesionales u operarios del nivel estratégico, táctico y operativo desarrollar procesos de aprendizaje. La simulación de sistemas permite comprender de mejor forma lo que podría acontecer en un sistema logístico al modelar y experimentar alternativas, soportando así la toma de decisiones que pueda evitar comportamientos indeseados. Estos modelamientos y simulaciones se recomienda analizarlos con simulaciones discretas debido a la configuración de los sistemas logísticos, los cuales se representan en su mayoría con modelos estocásticos y dinámicos (Dyner, I., Peña, G.E., & Arango, S., 2005).

C. SIMULACIÓN DE SISTEMAS DISCRETOS

Los modelos discretos se encargan principalmente del estudio de líneas de espera o red de colas donde se determina el tiempo de espera promedio y el tamaño de la cola, y en donde las medidas del sistema solo cambian en el momento en que entra o sale un cliente al sistema. (Hamdy, T., 2004). Hillier, R., & Lieberman, J., (2006) sugieren que los sistemas

de manufactura, y en general los sistemas logísticos en su mayoría se pueden ver como un sistema de colas de algún tipo, donde las máquinas, equipos, estaciones de trabajo, centros de operaciones se toman como los servidores, y los trabajos, productos y servicios a procesar o entregar se consideran como los clientes.

En la simulación discreta se controla la variable tiempo, la cual depende de la ocurrencia de un suceso o evento, y esto requiere el conocimiento de cuál será ese próximo suceso en el futuro más inmediato (Cao, R., 2002), lo que implica que las medidas estadísticas y las variables cambian sólo en determinados instantes o puntos discretos de tiempo (Hamdy, T., 2004), (Urquía, A. & Martín, C., 2013).

Cabe destacar que para simular tareas complicadas como las que se llevan a cabo en sistemas logísticos, son imprescindibles los computadores, ya que pueden producir números aleatorios, relacionar fácilmente la salida de un proceso u operación con la entrada de otro proceso u operación del sistema, simular miles de períodos de tiempo en un plazo muy corto y generar informes de resultados que son fácilmente entendibles (Hillier, R. & Lieberman, J., 2006).

D. EL APRENDIZAJE DE LA GESTIÓN LOGÍSTICA APOYADA CON SIMULACIÓN Y LA RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS LABORALES

Las competencias laborales comprenden todos aquellos conocimientos, habilidades y actitudes, que son necesarios para que las personas desarrollen y desempeñen con eficiencia actividades productivas (Alles, M.A., 2006) y (Ministerio de Educación Nacional , 2009).

El concepto de competencia usado en relación al trabajo, debe ser un complemento entre los conocimientos y las habilidades concretas. La competencia es inseparable de la acción, pero exige a la vez un conocimiento (Gallart, M.A. & Jacinto, C., 1995).

La creación de un sistema de competencias identifica la competencia, tomando como base los resultados de la empresa en su conjunto, que pueden derivarse en funciones y éstas, a su vez, en conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes requeridas. Por esta razón ya no se considera la formación como una etapa que ocurre una sola vez en la vida de un individuo o como tradicionalmente se conoce la formación, como un entrenamiento para el trabajo. Actualmente el mundo exige nuevas competencias, es decir, nuevos conocimientos, nuevas habilidades, nuevas destrezas y nuevas actitudes en el trabajo; nuevas formas de interacción con los demás y con el entorno, donde se forme integralmente el trabajador para dar respuesta a las necesidades que vive la sociedad (Preciado, A.C., 2006).

En el ámbito de la gestión logística nacional e internacional cobra importancia que el personal a nivel operativo, táctico y estratégico desarrolle competencias que permitan que los procesos logísticos y la utilización de los recursos se desarrollen de manera eficiente y eficaz buscando satisfacer las necesidades de los clientes y contribuir a la productividad de la empresa en el entorno de la cadena de suministro.

En Colombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) a través del programa Sistema Nacional de Formación para el Trabajo (SNFT) establece las normas de competencias para los procesos logísticos, los cuales, pueden considerarse la base para la planeación, ejecución y seguimiento del aprendizaje de personal en los niveles estratégicos, tácticos y operativos. Adicionalmente, la certificación de las competencias laborales es el resultado de un proceso de evaluación de evidencias de conocimiento, desempeño y producto que una persona demuestra, en un área específica de trabajo, de conformidad con una norma de competencia laboral (NCL) (SENA, 2011).

A continuación, se presentan algunas de las competencias establecidas en el SNFT para la gestión logística, las cuales, se clasifican en los niveles operativos, tácticos y estratégicos para facilitar su posterior relación con la técnica de aprendizaje apoyada en simulación (Tabla 1).

TABLA I
COMPETENCIAS DE GESTIÓN LOGÍSTICA A NIVEL OPERATIVO, TÁCTICO Y ESTRATÉGICO

Nivel Operativo	
Norma	Descripción de la competencia
2101010091	Efectúa los recibos y despachos de los objetos según requisiciones y documentos que soportan la actividad.
2101010101	Prepara la carga de acuerdo con su naturaleza medio de transporte y destino.
2101010112	Realiza el cargue y descargue de los objetos según las normas seguridad e higiene y técnicas establecidas.
2101010122	Opera los equipos y herramientas de movilización y manipulación de carga, según el manual del fabricante y normas de seguridad.
2101010262	Coordiná el transporte según modos y medios.
2101010321	Almacena los objetos aplicando las técnicas y normas de seguridad e higiene establecidas.
2101010331	Efectúa las transacciones comerciales de acuerdo a las requisiciones comerciales según acuerdos entre las partes.
2101010361	Controla el desarrollo de las actividades de los proveedores según alianzas estratégicas.
2101010432	Recupera los objetos de acuerdo con las normas vigentes.

Nivel Táctico	
Norma	Descripción de la competencia
210101004 2	Evaluá los resultados de los planes de operación según objetivos, estrategias e indicadores de gestión establecidos.
210101006 3	Elabora el plan de la operación de importación y exportación de bienes según normatividad y políticas de la organización.
210101008 3	Costea la cadena de aprovisionamiento, distribución y transporte de acuerdo con los objetivos y estrategias del plan logístico.
210101014 3	Selecciona proveedores de acuerdo a los requisitos exigidos por la empresa y políticas de aprovisionamiento.
210101017 2	Define los métodos y técnicas de manejo de los objetos y procesos según objetivos y estrategias de la organización
210101018 2	Coordiná la recepción y despacho según políticas y estrategias de la compañía.

Nivel Estratégico	
Norma	Descripción de la competencia
210101001	Proyecta las necesidades y requerimientos según las condiciones del mercado y variables macroeconómicas.
2101010023	Desarrolla proveedores según políticas y los requisitos exigidos por la organización.
2101010073	Formula el plan estratégicos de logística, de acuerdo con los objetivos corporativos de la empresa y requerimientos del mercado.
2101010311	Construye el modelo de integración de la cadena logística según los eslabones.
2101010351	Genera valor en la cadena de suministro de acuerdo con los objetivos y estrategias de los diferentes actores.

Adaptada de: (SENA, 2011)

Para el desarrollo o fortalecimiento de competencias en gestión logística de los estudiantes a nivel operativo, táctico y estratégico (Tabla 1), puede utilizarse la simulación con los siguientes enfoques:

- Para el desarrollo y fortalecimiento de competencias en logística en el nivel operativo, en el cual, se ejecutan las actividades de los procesos logísticos, y se emplean recursos como: equipos de manejo de materiales (transpaletas, montacargas, malacates, bandas transportadoras), infraestructura (muelles de cargue y descargue, sistemas de almacenamiento), TIC, se sugiere la utilización de modelos de simulación físicos, los cuales, son laboratorios o infraestructura logística a escala. Este tipo de modelos físicos, permite a los estudiantes manipular, utilizar y experimentar en un entorno de ejecución de actividades, que facilita potencialmente la adaptación y el desarrollo de las competencias logísticas en el nivel operativo (ver Tabla 1).

- Para la formación de competencias en gestión logística en el nivel estratégico y táctico puede utilizarse la técnica de aprendizaje de simulación discreta basada en el uso de software de en 2D y 3D, que permite elaborar modelos que representan e imitan procesos logísticos y recursos asociados, lo cual, permite apoyar decisiones de gestión, diseño y mejoramiento considerando criterios técnicos y económicos, los cuales, se convierten en la base para el diseño del plan logístico al largo plazo, plan maestro logístico, la integración de los procesos, la generación de valor, la caracterización de los diferentes procesos logísticos de la empresa que permite realizar las compras a los proveedores, recibir los productos, almacenarlos, transportarlos y realizar la devolución de objetos con base a planes operativos.

De otra parte, los modelos computacionales de simulación discreta permiten evaluar escenarios de los procesos logísticos, lo cual, facilita el análisis del impacto de políticas, alternativas de diseño y mejora en la productividad, eficiencia, eficacia y costos, lo cual, puede considerarse como crítico en el aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de competencias laborales.

Para el desarrollo de los modelos de simulación discreta para los procesos logísticos y recursos que apoyen el aprendizaje, se requiere que los estudiantes hayan adquirido conocimientos y habilidades en estadística e investigación de operaciones, ya que el modelo que se elabora para apoyar las decisiones de gestión, diseño y mejoramiento considera condiciones de incertidumbre y se desarrolla en un software especializado. Generalmente, en los programas de pregrado y posgrado relacionado con Ingeniería Industrial y Logística, se incluyen cursos de simulación discreta que ofrecen los fundamentos antes descritos para desarrollar las competencias en gestión logística (Salvendy, G., 2001).

Finalmente, los resultados del análisis y evaluación de alternativas de gestión, diseño o mejoramiento de los procesos logísticos obtenidos del modelo computacional pueden ser validados en el diseño de un modelo de simulación físico que puede representarse con un laboratorio o infraestructura a escala de los procesos logísticos y recursos.

Por los motivos expuestos, presentamos una metodología que apoya el aprendizaje de la gestión logística para el nivel estratégico y táctico basado en la utilización de la técnica de simulación discreta con uso de software de modelamiento en 2D y 3D. Con este enfoque no solo se busca facilitar el desarrollo y fortalecimiento de competencias relacionadas con la gestión, diseño y mejoramiento de sistemas y procesos logísticos, sino que se presenta una metodología que contribuye al desarrollo de la agenda de investigación e innovación, ya que no se identificaron propuestas científicas, ni académicas que desarrollen una metodología específica basada

en simulación que apoye el aprendizaje de estudiantes de pregrado que ejecutarán profesionalmente actividades en el nivel estratégico y táctico de la gestión logística. Cabe recordar que se identificó el juego de logística y producción desarrollado por Chang, Y. C., et al. (2009), que puede utilizarse como una herramienta de simulación dentro de la metodología a desarrollar.

No se considera apropiado, la elaboración de una metodología para el desarrollo de los modelos de simulación físicos para el aprendizaje de la gestión logística, debido a que pueden utilizarse o adaptarse metodologías de autores como: Goetschalckx, M., Vidal, C.J. & Dogan, K., (2002), Ballou, R.H., (2004), Meyers, F.E. & Stephens M.P., (2006), Lee, C.K., Ho, W., Ho, G.T. & Lau, H.C., (2011), entre otros que establecen un conjunto de etapas que permiten el diseño o mejoramiento de procesos logísticos y recursos de empresas tradicionales desde la planeación hasta la implementación, mientras que para los modelos computacionales de simulación discreta no existen metodologías específicas de apoyo.

III. METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE DE GESTIÓN LOGÍSTICA BASADA EN SIMULACIÓN DISCRETA

A continuación, se presenta una metodología que apoya el aprendizaje de la gestión logística en el nivel estratégico y táctico apoyada en simulación discreta buscando el desarrollo y fortalecimiento de competencias en los estudiantes.

Para desarrollar la metodología, se consideran aspectos presentados por autores como: Fernández, P., (2007), Chang Y.C., et al. (2009), Iannoni, A.P. & Morabito, R. (2006), que establecen conceptos, etapas y herramientas de técnicas didácticas y simulación discreta que son utilizadas en la metodología de aprendizaje apoyada en simulación. A continuación, se presenta la estructura de la metodología desarrollada (Figura 2).

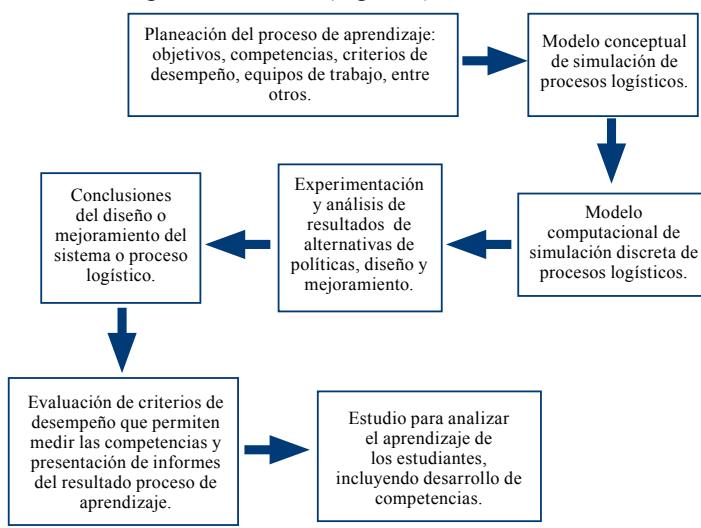


Figura 2. Metodología de aprendizaje de gestión logística apoyada en simulación discreta.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe cada una de las etapas de la metodología descrita.

A. PLANEACIÓN DEL PROCESO DE APRENDIZAJE

En esta etapa se establecen los objetivos, tipo de simulación que se emplea, competencias, criterios de desempeño, conformación de equipos de trabajo, y cronograma del proceso de aprendizaje de la gestión logística apoyado en simulación discreta (Tabla 2).

TABLA II
ETAPA DE PLANEACIÓN APRENDIZAJE BASADO
EN SIMULACIÓN

Objetivo
Se define el objetivo de aprendizaje de gestión logística para los estudiantes, que consiste en establecer si se requiere diseñar o mejorar el sistema logístico de manera integral o un proceso logístico en particular (compras, gestión de almacenes e inventarios, transporte, distribución y logística inversa).
Características y alcance del sistema o proceso logístico
A partir del objetivo, los estudiantes deben realizar una descripción de la empresa, el sector, las características del sistema y proceso logístico a diseñar o mejorar apoyado en el uso de la simulación discreta.
Competencias y criterios de desempeño
Se establecen las competencias de gestión logística que deben desarrollar o fortalecer los estudiantes con base al objetivo definido. Las competencias que pueden alcanzarse se relacionan con las descritas por el SENA(Tabla 1), y otros como:
<ul style="list-style-type: none"> • Evalúa políticas de gestión de los sistemas o procesos logísticos buscando aumentar la productividad, eficiencia y servicio al cliente. • Diseña sistemas o procesos logísticos considerando las estrategias de operaciones de la empresa y necesidades de los clientes • Mejora sistemas o procesos logísticos considerando objetivos de eficiencia, productividad y requerimientos de los clientes internos y externos
Los criterios de desempeño define como se evalúa, si los estudiantes alcanzan las competencias en gestión logística respecto a conocimientos, habilidades y actitudes que se mide a través de los resultados del diseño, mejoramiento o gestión del sistema o procesos logísticos logrados al utilizar simulación discreta como herramienta de apoyo al aprendizaje.
Conformación de equipo de trabajo
Deben conformarse equipos de trabajo de tres o cuatro estudiantes encargados de diseñar o mejorar el sistema o proceso logístico utilizando simulación discreta como herramienta de apoyo al aprendizaje. Se sugiere realizar una ficha donde se describa el nombre y responsabilidades.
Cronograma
Los estudiantes deben elaborar un cronograma de actividades con fechas, responsables y entregables que permitan alcanzar el objetivo y las competencias en gestión logística. El cronograma debe ser aprobado por el profesor, y se convierte en la guía que orienta a los estudiantes, y facilita el seguimiento del proceso de aprendizaje

Fuente: Elaboración propia

B. MODELO CONCEPTUAL DE SIMULACIÓN

Los estudiantes realizan un modelamiento conceptual del sistema o proceso logístico, incluyendo las políticas y recursos asociados a este. Esta etapa puede dividirse en dos partes.

La primera, consiste en caracterizar y representar las actividades y recursos de los procesos a través de la utilización de herramientas como diagrama de procesos, VSM (Value Stream Map), caracterización por medio del uso del SIPOC (Suppliers o Proveedores, Input o entradas, Process o Proceso, Output o Salida, Costumer o Cliente) (Sokolowski, J.A. & Banks, C.M., 2009). Para la presente metodología, se sugiere la utilización del SIPOC como herramienta de modelamiento conceptual, donde se sugiere al equipo de estudiantes utilizar el siguiente formato (Tabla 3).

TABLA III
CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS LOGÍSTICOS
CON MODELO SIPOC

NOMBRE DE LA OPERACIÓN							
Objetivo		Alcance		Responsable			
Nº	Proveedor	Entrada (Información o Producto)	Actividades	Salida (Información o Producto)	Cliente	Personal participantes	Recursos empleados
Recursos		Descripción general				Cantidad	Documentos: Procedimientos y Formatos
Personal							Indicadores logísticos
Equipo de manejo de materiales							Requisitos aplicables
TIC							
Infraestructura logística							
Otros recursos							

Fuente: Elaboración propia

En la segunda, se identifican las entidades (productos que se mueven a través del sistema o proceso logístico), los parámetros, variables de entrada (tiempos entre llegadas, tiempos de procesos, tiempos entre fallos), variables de salida (tiempo de ciclo promedio del proceso logístico diseñado o mejorado, cantidad de productos recibidos o despachado) que permiten medir el desempeño o comportamiento del sistema o proceso logístico diseñado o mejorado.

C. MODELO COMPUTACIONAL DE SIMULACIÓN DISCRETA DE PROCESOS LOGÍSTICOS

En esta etapa se representa el sistema o procesos logísticos modelados conceptualmente en un modelo computacional utilizando un software de simulación discreta en 2D y 3D como FLEXSIM®, SIMIO SIMULATION®, o PLANT SIMULATION®. A continuación, se presentan algunas imágenes del software de simulación (Figura 3).



Figura 3. Modelos de procesos logísticos en simulación discreta con Flexsim®.

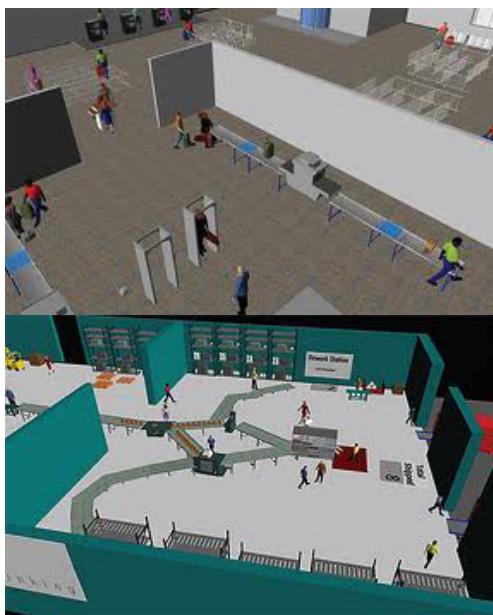


Figura 4. Modelos de procesos logísticos en simulación discreta con Simio Simulation.

Una vez los modelos de simulación se representan o modelan en el software de simulación discreta estos deben ser verificados y validados. La verificación consiste en revisar que las entidades, variables de entrada, parámetros actividades, recursos, y demás componentes del modelamiento conceptual estén representados en el modelo computacional en 3D. Por su parte, la validación consiste en revisar y analizar que los resultados o variables de salida del modelo computacional sean similares al sistema o proceso logístico real; y en el caso en que se tenga como objetivo de aprendizaje el diseño del sistema o proceso logístico revisar y analizar el mejoramiento o cumplimiento de estándares y metas establecidas. Las condiciones de verificación y validez son determinantes en el aprendizaje, ya que estos modelos permiten evaluar políticas, alternativas de diseño y mejora, lo cual, facilita el desarrollo o fortalecimiento de competencias a los estudiantes.

D. EXPERIMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS DE POLÍTICAS, DISEÑO Y MEJORAMIENTO

Según los objetivos de aprendizaje y las competencias que se requiere desarrollar, el equipo de trabajo debe planear y establecer escenarios o alternativas de experimentación de políticas, diseño o mejoramiento del sistema o proceso logístico.

Para la planeación de los escenarios de experimentación puede utilizarse la técnica de ensayo y error, donde los estudiantes varían los valores de las variables de entrada (tiempos entre llegadas, tiempos de procesos, capacidad de los recursos logísticos) o la técnica estadística de diseño de experimentos que permite según el tipo de modelo identificar y seleccionar factores del sistema o proceso logístico, y evaluar cómo estos impactan en los resultados de la variable respuesta (Montgomery, D.C., 2008) y (Ekren, B.Y., Heragu, S.S., Krishnamurthy, A., Malmborg, C.J., & Hera, 2010).

Una vez se obtienen los resultados de los experimentos con la técnica de ensayo y error, y diseño de experimentos de los procesos logísticos, se realiza un análisis del desempeño evaluando principalmente indicadores de eficiencia, productividad, costos y servicio al cliente, que permita a los estudiantes seleccionar o priorizar las alternativas de gestión, diseño o mejora. Para el análisis pueden emplearse técnicas estadísticas como: histogramas, diagramas de box plot, intervalos de confianza, entre otras técnicas que apoyen las decisiones en el aprendizaje.

E. CONCLUSIONES DEL DISEÑO O MEJORAMIENTO DEL SISTEMA O PROCESO LOGÍSTICO

En esta etapa, los estudiantes elaboran un informe con los resultados y conclusiones obtenidos del aprendizaje apoyado en simulación para el diseño o mejoramiento de la gestión logística. Por lo tanto, en las conclusiones no solo debe considerarse los resultados del sistema o proceso logístico diseñado y mejorado a nivel de productividad, eficiencia, servicio al cliente y costos, sino también una autoevaluación de los aprendizajes alcanzados, y una descripción del nivel de cumplimiento de las competencias establecidas en la etapa de planeación. Este aspecto, es importante ya que el enfoque utilizado se encuentra centrado en el estudiante, y se busca que este sea responsable del proceso de aprendizaje.

F. EVALUACIÓN DE CRITERIOS DE DESEMPEÑO QUE PERMITEN MEDIR LAS COMPETENCIAS ALCANZADAS Y PRESENTACIÓN DE INFORMES DEL RESULTADO PROCESO DE APRENDIZAJE

En esta etapa el docente realiza una evaluación individual y grupal de los criterios de desempeño que permita establecer, si los estudiantes alcanzaron las competencias en la gestión logística. En caso, que existan varias competencias, la evaluación debe realizarse de cada una, y en caso que el estudiante no alcance una de las competencias debería realizarse un registro indicando las causas y criterio de desempeño asociado.

De otra parte, el docente debe realizar una evaluación con los estudiantes del proceso de aprendizaje de gestión logística apoyado en simulación discreta, identificando aspectos positivos, por mejorar y recomendaciones. Esto se realiza a través de encuestas u otras técnicas de recolección de datos, que permitan resultados confiables en la evaluación.

G. ESTUDIO DE ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE DE GESTIÓN LOGÍSTICA APOYADA EN SIMULACIÓN DISCRETA

En esta etapa se presentan los resultados de un estudio realizado que permite analizar el aprendizaje en gestión logística apoyada en simulación discreta que busca desarrollar y fortalecer competencias en los estudiantes.

El desarrollo del estudio se basa en las siguientes etapas. La primera, es una planeación y diseño de una encuesta con temáticas de interés como: a) experiencia en el uso de la metodología apoyada en simulación discreta para el aprendizaje en gestión logística, b) contribución de la metodología en el desarrollo o fortalecimiento de competencias en gestión logística, c) competencias en gestión logística desarrolladas o fortalecidas con la metodología, d) satisfacción de los estudiantes con la metodología de aprendizaje.

Por estos motivos, la encuesta permite recolectar datos del aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de competencias de 10 grupos de 3 estudiantes de cursos de simulación aplicados al diseño y mejoramiento de sistemas logísticos de programas de Ingeniería Industrial en una universidad y corporación universitaria ubicada en el área metropolitana de Antioquia; debe señalarse que los 10 grupos representan la población de estudiantes matriculados en el semestre 02 de 2010 donde se utilizó la metodología.

La segunda etapa, consiste en la recolección de los datos a través del diligenciamiento de la encuesta por parte del grupo de los estudiantes al finalizar el semestre académico. La encuesta se envió por correo electrónico, y se recibió en medio físico.

En la tercera etapa se realiza un procesamiento y análisis de los datos a través del uso de diagramas de barras, gráficos de porcentajes de participación, entre otras herramientas que permitan obtener resultados que apoyen el análisis de variables de interés como: satisfacción de los estudiantes con la metodología, aprendizajes alcanzados, competencias desarrolladas y fortalecidas, entre otros aspectos.

En la cuarta etapa se realiza una discusión de los resultados y se presentan las conclusiones obtenidas del estudio del uso de la metodología de aprendizaje de la gestión logística apoyada en simulación discreta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de estudiar y analizar el aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de las competencias en gestión logística de los estudiantes encuestados considerando variables como: satisfacción de los estudiantes con la metodología, aprendizajes alcanzados, competencias desarrolladas y fortalecidas, se presenta a continuación los resultados obtenidos.

- Satisfacción de los estudiantes con la metodología de aprendizaje

Se obtienen los siguientes resultados a la pregunta ¿Evalúa como satisfactoria el uso de la metodología apoyada en simulación discreta para el aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de competencias en gestión logística? (Figura 5).

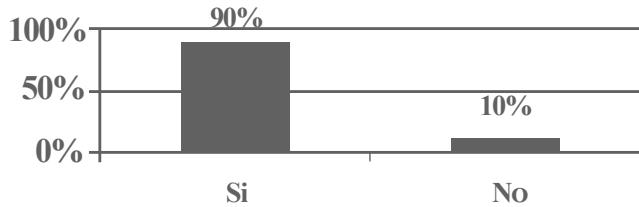


Figura 5. Satisfacción en la utilización de la metodología.
Fuente: elaboración propia

Se puede indicar que un 90% de los estudiantes manifestaron satisfacción en el uso de la metodología, ya que facilita el aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de las competencias en gestión logística. El alto nivel de satisfacción puede asignarse a que los estudiantes resuelven un problema de diseño, mejoramiento o evaluación de políticas de un sistema o proceso logístico en una empresa real utilizando como herramienta de apoyo la simulación discreta.

- Contribución de la metodología en el desarrollo o fortalecimiento de competencias en gestión logística.

A la pregunta, ¿Considera que la metodología apoyada en simulación discreta contribuye al desarrollo y fortalecimiento de competencias?, se obtienen los siguientes resultados (Figura 6).

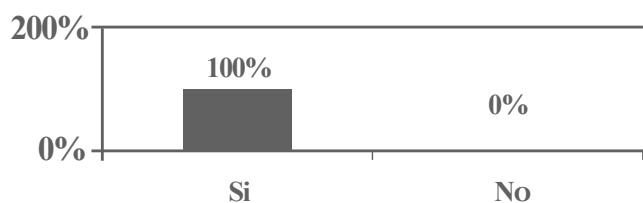


Figura 6. Contribución de la metodología al desarrollo y fortalecimiento de competencias.

Fuente: elaboración propia

Los estudiantes en un 100% respondieron que el uso de la metodología de aprendizaje apoyado en simulación discreta contribuye a desarrollar o fortalecer competencias en gestión logística. Las razones que se identifican se relacionan con la aplicación de los conocimientos en sistemas, procesos logísticos y simulación, y el desarrollo de habilidades para diseñar, mejorar, o evaluar políticas de logística en empresas reales. Adicionalmente, los estudiantes describen la importancia de la simulación para representar y evaluar escenarios en un modelo computacional, que mejora el soporte a la toma de decisiones.

- Competencias en gestión logística desarrolladas o fortalecidas con la metodología

A la pregunta, describa las competencias desarrolladas o fortalecidas con la metodología de aprendizaje alcanzada en el curso, se obtienen los siguientes resultados (Figura 7).



Figura 7. Competencias logísticas desarrolladas y fortalecidas con la metodología
Fuente: elaboración propia

La competencia de mejora de sistemas y procesos logísticos con 6 trabajos de aplicación realizada por los estudiantes, es considerada como la más desarrollada y fortalecida utilizando la metodología apoyada en simulación discreta. Esto se debe a que la simulación es una herramienta que permite representar el sistema o proceso actual en 3D considerando condiciones de incertidumbre, evaluar escenarios o alternativas de mejora, y medir indicadores de eficiencia, productividad, servicio al cliente, o valores de la variable respuesta.

- Experiencia en el uso de la metodología apoyada en simulación discreta para el aprendizaje en gestión logística.

A la pregunta ¿Volvería a emplear o recomendaría la utilización de la metodología para el aprendizaje, desarrollo y fortalecimiento de competencias en gestión logística?, se obtienen los siguientes resultados (Figura 8).

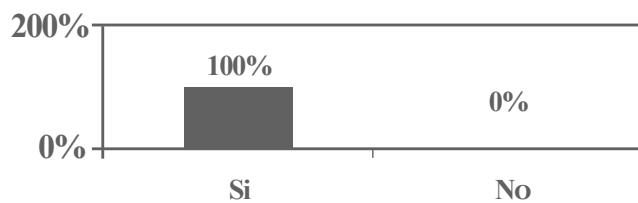


Figura 8. Recomendación de la metodología para el aprendizaje apoyado en simulación

Fuente: elaboración propia

Un 100% de los estudiantes describen que volverían a utilizar o recomendarían el aprendizaje con la metodología apoyada en simulación discreta, ya que esta facilita el aprendizaje, y permite apoyar decisiones de diseño y mejora a sistemas y procesos logísticos utilizando herramientas cuantitativas. Además, al desarrollarse el trabajo en una empresa, estos manifiestan la importancia del acercamiento al medio empresarial desde cursos del programa de formación. De otra parte, los estudiantes realizan recomendaciones para mejorar la metodología en aspectos como definición adecuada del alcance del trabajo del semestre, y disponibilidad de información en la empresa para desarrollar la simulación.

Finalmente, puede indicarse del estudio realizado a los estudiantes que la metodología de aprendizaje apoyada en simulación discreta facilita el desarrollo y fortalecimiento de las competencias en gestión logística. Además, permite apropiarse del proceso formativo y motivarlo en aplicar los conocimientos teóricos en entornos reales utilizando técnicas cuantitativas como la simulación discreta. Adicionalmente, los resultados del estudio son coherentes con la evaluación de los criterios de desempeño de las competencias realizadas por el docente del curso.

V. CONCLUSIONES

Del artículo, se identifica que existen diferentes técnicas didácticas que pueden utilizarse en el aprendizaje de la gestión logística como: aprendizaje basado en problemas, orientado a proyectos, estudios de casos, simulación, entre otros, buscando centrar el aprendizaje en el estudiante, facilitar el desarrollo y fortalecimiento de competencias, las cuales son determinantes en la contribución de la productividad y eficiencia de las empresas.

La metodología de aprendizaje apoyada en simulación presentada en el artículo, no solo facilita el desarrollo y fortalecimiento en el diseño, mejoramiento, evaluación de políticas en sistemas y procesos logísticos, sino que también integra la utilización de técnicas de modelamiento de la investigación de operación discreta en 3D, lo cual, permite a los estudiantes aumentar la capacidad de la toma de decisiones en gestión logística. De otra parte, la metodología aunque se basa en el uso de simulación del sistema o proceso logístico, los estudiantes deben seleccionar una empresa real, realizar un modelo, evaluar políticas, alternativas de diseño y mejora que permitan la aplicación de conocimientos teóricos, y desarrollo de habilidades en entornos empresariales.

Del estudio realizado a 10 grupos de estudiantes de un curso de simulación con aplicaciones a logística, se concluye que 90% de estos evalúan como satisfactoria la utilización de la metodología apoyada en simulación, y el 100% describe que esta facilita el desarrollo y fortalecimiento en competencias en gestión logística, incluso el 100% describe que recomendaría su utilización a estudiantes para desarrollar el proceso de aprendizaje. Estos resultados reflejan la aplicabilidad y las ventajas de utilizar técnicas didácticas activas como la simulación por centrar el proceso en el estudiante, y orientar el desarrollo de competencias.

Finalmente, como trabajo futuro se pueden desarrollar investigaciones que permitan aumentar las capacidades de la metodología de aprendizaje apoyada en simulación con otras técnicas didácticas como el aprendizaje orientado a proyectos, y basado en problemas buscando de esta manera facilitar el desarrollo y fortalecimiento de competencias en los estudiantes. Adicionalmente, considerar otras técnicas de investigación de operaciones como los metaheurísticos, lógica difusa, entre otras que apoyan el diseño y mejoramiento de sistemas y procesos logísticos.

REFERENCIAS

- ABUSTOS, A., Estrategias didácticas para el uso de las TIC's en la Docencia Universitaria Presencial. Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - MECESUP, 2005.
- ALLES, M. A., Dirección Estratégica de RR.HH. México: Ediciones Granica S.A., 2006.
- BALLOU, R. H., Business Logistics Management. The United States: Prentice Hall, 2004.
- BAÑERES, D., El juego como estrategia didáctica. Barcelona: Grao, 2008.
- CAO, R., Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas. Coruña: Netbilo, 2002.
- CHANG, Y.-C., CHEN, W.-C., YANG, Y.-N., & CHAO, H., A flexible web-based simulation game for production and logistics management courses. Simulation Modelling Practice and Theory, vol. 17, nº 7, pp. 1241-1253, 2009.
- CORREA E., A. A., GÓMEZ M., R. A., & CANO A., J. A., Gestión de Almacenes y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Estudios Gerenciales, vol. 26, nº 117, pp. 145 - 171, 2009.
- DYNER, I., PEÑA, G., & ARANGO, S., Modelamiento para la simulación de sistemas socio-económicos y naturales. Medellín: Univesidad Nacional de Colombia Sede Medellín, 2005.
- EKREN, B., HERAGU, S., KRISHNAMURTHY, A., & MALMBORG, C., Simulation based experimental design to identify factors affecting performance of AVS/RS. Computers & Industrial Engineering, vol. 58, nº 1, pp. 175-185, 2010.
- FERNÁNDEZ, P., Programa de Prácticas de Simulación. Barcelona: Univ. Autònoma de Barcelona, 2007.
- FLEXSIM., Galería. Recuperado el 15 de Junio de 2011, de <http://www.flexsim.com.mx/menu.html>, 2011.
- FRAZELLE, E., & SOJO, R., Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase. Bogotá: Grupo Editorial Norma, 2007.
- GALLART, M. A., & JACINTO, C., Competencias laborales: tema clave en la articulación educación - trabajo. Recuperado el 03 de Marzo de 2014, de http://www.colombiaaprende.edu.co/html/home/1592/articles-277164_gallart.pdf, 1995.
- GOETSCHALCKX, M., VIDAL, C. J., & DOGAN, K., Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. European Journal of Operational Research, vol. 143, nº 1, pp. 1 -18, 2002.
- GUTIÉRREZ, A., Integración curricular de las TIC y educación para los medios en la sociedad del conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación, vol. 45, pp. 141 - 156, 2007.

- HAMDY, T., Investigación de operaciones. Nucalpan de Juárez: Pearson Educación, 2004.
- HILLIER, R., & LIEBERMAN, J., Investigación de operaciones. México, D.F.: Mc Graw Hill, 2006.
- IANNONI, A. P., & MORABITO, R., A discrete simulation analysis of a logistics supply system. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol 42, nº 3, pp. 191 - 210, 2006.
- LEE, C. K., HO, W., HO, G. T., & LAU, H. C., Design and development of logistics workflow systems for demand management with RFID. *Expert Systems with Applications*, vol. 38, nº 5, pp. 5428 - 5437, 2011.
- MEYERS, F. E., & STEPHENS, M. P., Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. México: Pearson Educación, 2006.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL., Articulación de la Educación en el Mundo Productivo: Competenciales Generales. Bogotá, Ministerio de Educación Nacional, 2009.
- MONTGOMERY, D. C., Design and analysis of experiments. The United States: John Wiley and Sons, 2008.
- PIERA, M. Á., GUASCH, T., CASANOVAS, J., & RAMOS, J. J., Cómo mejorar la logística de su empresa mediante la simulación. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2006.
- PRECIADO, A., Modelo de evaluación por competencias laborales. México: Publicaciones Cruz O.S.A., 2006.
- SALVENDY, G., Handbook of industrial engineering: technology and operations management. The United States: Wiley-IEEE, 2001.
- SENA., Titulaciones y normas de competencia. Recuperado el 10 de Abril de 2011, de <http://observatorio.sena.edu.co/snft.html>, 2011.
- SIMIO SIMULATION., Resources. Recuperado el 10 de Abril de 2011, de <http://www.simio.com/resources/>, 2011.
- SOKOLOWSKI, J. A., & BANKS, C. M., Principles of Modeling and Simulation. New Jersey: John Wiley and Sons, 2009.
- URQUÍA, A., & MARTÍN, C., Modelado y simulación de eventos discretos. Madrid: Editorial UNED, 2013.
- WATERS, D., Global Logistics: New Directions in Supply Chain Management. London: Kogan Page Publishers, 2010.

AUTORES

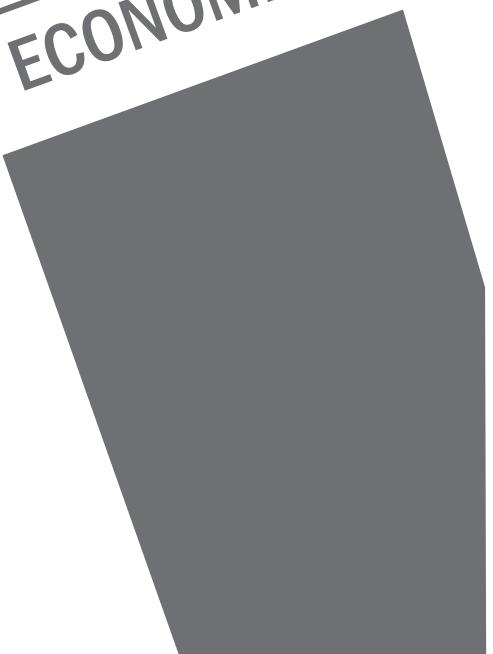
G.M. Rodrigo Andrés, miembro del grupo de investigación GESTIAGRO de Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. Ingeniero Industrial y MSc. en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesor del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (*Email: ragomez@elpoli.edu.co*).

Z. M. Abdul, actualmente docente investigador del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia, del área Logística. Ingeniero Industrial, Especialista en Logística Integral y Magíster en administración. Perteneciente al grupo de investigación en Productividad y calidad CONDE del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. (*Email: azuluaga@elpoli.edu.co*).

C. A. José Alejandro, miembro del grupo de investigación Cultura y Gestión Organizacional CyGO de la Universidad de Medellín. Ingeniero Industrial y MSc. en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente es profesor tiempo completo de la Universidad de Medellín, Medellín, Colombia. (*Email: jacano@udem.edu.co*).

Recibido en junio 5 de 2014. Recibido con correcciones en junio 17 de 2014. Aceptado en junio 22 de 2014. Publicado en junio 30 de 2014.

Citar este artículo como:
GÓMEZ, R. A., ZULUAGA, A. & CANO, J. A. (2014). Utilización de simulación discreta como estrategia de aprendizaje de logística empresarial. *Revista TECKNE*, vol. 12, n. 1, p. 46.



ECONOMÍA

ANÁLISIS DE LOS INGRESOS DE LOS TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS EGRESADOS DE LAS CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y AFINES EN COLOMBIA DESDE LA PERSPECTIVA DEL CAPITAL HUMANO 2001 - 2012

ANALYSIS OF THE SALARIES OF TECHNICIANS AND TECHNOLOGISTS GRADUATES FOR ADMINISTRATIVE AND RELATED SCIENCES IN COLOMBIA FROM THE PERSPECTIVE OF HUMAN CAPITAL 2001-2012

D.T. Gómez Rodríguez y W. E. Rojas Velásquez
CUN Corporación Unificada de Educación, Bogotá, Colombia

RESUMEN

El siguiente documento es el resultado del II avance de investigación que tiene como nombre el mismo título del presente artículo y cuyo principal objetivo es contrastar los postulados del Capital Humano con los datos de los salarios de los egresados de las Ciencias Administrativas y afines entre el 2001-2012 del Observatorio laboral de educación. La metodología es de corte cuantitativa en virtud que se realiza estadística descriptiva. La conclusión más relevante es que hay relación directa entre un mayor número de años de educación así como años de experiencia con los salarios de estos egresados. También que hay segregación salarial de género.

PALABRAS CLAVE: Capital Humano, salarios, Técnicos, Tecnólogos.

ABSTRACT

The following document is the result of research progress II whose name the title of the present article, whose main goal is to contrast the tenets of Human Capital with salary data for graduates of the Management and allied Sciences from 2001 -2012 Observatory labor education. The quantitative methodology is cut under that descriptive statistics were performed. The most important conclusion is that there is a direct relationship between a greater number of years of education as well as years of experience with an increase in salaries of these graduates. Also, there is wages gender segregation.

KEYWORDS: Human Capital, wages, Technicians, Technologists.

I. INTRODUCCIÓN

ELAS relaciones del mercado laboral en Colombia han cambiado vertiginosamente desde la década de 1990 cuando era presidente Cesar Gaviria Trujillo, en virtud del acercamiento que tuvo este gobierno y sus sucedáneos hasta la actualidad con la ideología Neoliberal, la cual propende por la flexibilización laboral, la eficiencia y eficacia de los activos, la minimización del Estado benefactor, la desregulación paulatina de los mercados financieros, la globalización como la liberación de los mercados y el empoderamiento sistemático de las TIC. De ahí que las transformaciones del aparato productivo colombiano necesiten otra clase de mano de obra calificada, en virtud que la demanda del mismo necesita otras dimensiones. Como muy bien lo explica el Vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional:

“Los países industrializados tienen más técnicos y tecnólogos que profesionales, una pirámide de formación que no existe en Colombia. Alexander Gómez, vicerrector de Investigación de la Universidad Nacional, sugiere que ante el TLC con EE.UU., el país debe ampliar la oferta de programas tecnológicos y mejorar las condiciones laborales” (Camargo, 2013).

Es por ello entre otras variables, que la economía colombiana busca dinamizar el mercado laboral bajo las nuevas reglas de juego y en ese sentido es imperativo profesionales que respondan a las demandas del mercado laboral contemporáneo, en el que se necesitan mandos medios que reconfiguren la estructura económica del país dado la sobre oferta de profesionales.

“Un estudio del Observatorio Laboral para la Educación, un sistema de información del Ministerio de Educación, encontró que, del total de estudiantes graduados en 2011, 44% correspondió a universitarios, 34% a técnicos y tecnólogos, y 22% a posgrado. Esos porcentajes indican que la relación porcentual de profesionales frente a la del total de técnicos y tecnólogos es inversa con respecto a lo que ocurre en países desarrollados. En efecto, se ha estimado que en estos últimos la proporción es de seis técnicos por cada profesional, en tanto que para Colombia existen seis profesionales por cada técnico o tecnólogo. Sin embargo, los anteriores datos de 2011 y los correspondientes a 2010 muestran una tendencia de cambio con respecto a esta última proporción” (Valencia, 2013).

Es decir “el problema no es que tengamos demasiados profesionales, el problema es que tenemos muy pocos técnicos y tecnólogos”. Por consiguiente es imperioso entender esta mano de obra calificada así como analizar cuáles son sus salarios para observar su posible crecimiento o decrecimiento y como estos egresados influyen en la dinámica de la economía colombiana así como contrastar estos resultados con los postulados de la teoría del Capital Humano Becker (1983) y (2003) Shultz (1961) y Mincer (1974).

El fin de esta investigación, es hacer un análisis de la situación laboral de los técnicos y tecnólogos del país egresados de las Ciencias Administrativas y afines desde la teoría del Capital Humano utilizando los datos del Observatorio laboral en los periodos 2001-2012.

II. REFERENTES TEÓRICOS

A. MARCO HISTÓRICO ECONÓMICO DEL CAPITAL HUMANO

Varios autores a lo largo de la historia occidental han establecido diálogos frente al Capital Humano aunque no nombrando específicamente el concepto, sí algunas características del mismo en lo concerniente a las diferencias que hay entre los hombres como son las variables externas que influyen en el desarrollo de las sociedades entre las que se cuentan las cosmovisiones culturales, filosóficas, morales, educacionales etc., lo cual genera puntos de quiebre en la formación de acervos culturales. Entre los que podemos mencionar se encuentran Platón, Aristóteles, Darwin, Marx, Pfeffer etc. Platón por ejemplo decía lo siguiente: “Lo que afirmo es que todo hombre que va a ser bueno en cualquier ocupación, debe practicar esa ocupación específica desde la infancia. Aparte de esto, debe tener instrucción en todos los temas necesarios” (Citado en Cardona, et ál., 2007, p. 8.Citado de Thurow, 1978.p, 13).

Desde el punto de vista netamente historiográfico de la escuela positivista de la historia, la primera vez que se tiene registro que se utilizó el vocablo Capital Humano fue en el año 1690 con el profesor Petty, quien evaluó el Capital Humano para medidas fiscales. Para él, el Capital Humano va en correlación con la renta de trabajo en virtud que es una medida perpetua del mismo. Un siglo y medio después el profesor William Farr en el año 1853, potencializó las explicaciones de Petty al calcular la relación entre los flujos de ingresos esperados con el ciclo vital de una persona. (AVSI, 2008, p. 15). Para el año 1883 Ernst Engel tomó como medida el gasto económico de un hombre desde que nace, para calcular el valor de un individuo. En 1930 con Dublin y Lotka quienes recurrieron a algunos aportes de Farr, para amplificar las formas de evaluar el Capital Humano tanto de los gastos económicos como de los ingresos

anhelados o esperados. De igual manera en Italia en el mismo siglo, (Mortara, 1920) dimensionó matemáticamente la relación del costo de la capacitación de un sujeto de una edad específica, con los ingresos esperados en su futuro. (AVSI, 2008, p. 16).

Ahora bien, si somos consecuentes desde la Ciencia Económica, el primero en darle una dimensión más rica fue el padre de la misma, Adam Smith, quien con su libro Investigaciones sobre la naturaleza de las naciones y causas de la riqueza de las naciones del año 1776 (Cardona et ál., 2007) abrió una gran brecha en lo concerniente a la teorización del Capital Humano, en virtud que Smith interpretaba las relaciones productivas de la enseñanza académica, las artes y la medicina, como variables que acrecentaban la economía interna de un país. Por consiguiente, quienes realizaban este trabajo recibían mejores salarios y que esto no era necesariamente por ser seres por encima del promedio, sino más bien por los diferentes estudios que tenían (Cardona, et. al. 2007, p. 9). No obstante donde se va a construir y evidenciar la Teoría del Capital Humano es desde la escuela Neoclásica y sobre todo desde los postulados de Becker, premio Nobel de Economía en el año 1992 y representante de la Universidad de Chicago, quien emula a uno de los padres de esta escuela, el profesor Marschall, en su libro Principios de Economía, cuando dice que “el capital más valioso de todos es el que se ha invertido en seres humanos” (Becker, 1983).

B. LA TEORÍA DEL CAPITAL HUMANO DESDE LA ESCUELA DE CHICAGO

La teoría del Capital Humano se describe como “los conocimientos en calificación y capacitación, la experiencia, las condiciones de salud entre otros que dan capacidades y habilidades para hacer económicamente productiva y competente a las personas, dentro de una determinada industria” (Cardona, 2007, p. 5). En otros términos “The human capital refers to the productive capacities of human beings as income producing agents in the economy” (Eattwell et al., 1998, p. 681). Es decir, que el Capital Humano es la relación productiva que tiene un individuo con referente a su experiencia laboral, sus años de escolaridad y su salud. Entre los grandes visionarios que ayudaron a consolidar la estructura de la teoría del Capital Humano se hallan William Schultz (1960, 1961) desde sus postulados de la economía de la educación donde identifica la importancia de esta última para el desarrollo y el crecimiento económico de un país ; Gary Becker (1964, 1983 & 1990) ya antes mencionado pero a quien se reconoce su conceptualización de la teoría como el enriquecimiento de la misma y Jacob Mincer (1958, 1970 & 1974) quien realiza los primeros estudios empíricos utilizando una ecuación de

su mismo nombre, en la cual concatena la relación entre una variable explicada, los ingresos y unas variables explicativas como lo son la educación, la experiencia y la salud, sin des-
conocer el error estándar que el modelo no puede dimensio-
nar (Gómez y Barbosa, 2014), (Gómez, 2013a).

III.REFRENTES METODOLÓGICOS

La metodología propuesta para contestar la pregunta de investigación es de corte cuantitativo. En virtud que se utiliza estadística descriptiva, la cual se propone interpretar, recoger, ordenar, analizar y representar un grupo de datos, con el fin de describir acertadamente las características de este. El estudio con estadística descriptiva calcula una se-

rie de medidas de tendencia central, para así poder medir si los datos se agrupan o dispersan alrededor de un valor central (Canavos, 1988) El trabajo utiliza los datos del Observatorio Laboral para la Educación del Ministerio de Educación Nacional en el cual la Base de Graduados muestra la información para todos los individuos de ambos sexos que alcanzaron un título de una institución de educación superior registrada ante el Ministerio entre los años 2001 y 2012. Ya que desde el ámbito científico, el Observatorio Laboral es una herramienta ventajosa de conocimiento de los fenómenos sociales y en ese sentido es ampliamente usado en la investigación de la Economía La-
boral: Isaza (2003, 2011, 2012), Davivienda (2012), O.L.E. (2013), DANE (2012) entre otras.

TABLA I

SALARIOS DE LOS EGRESADOS DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y
CONTADURÍA. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A
TÉCNICO PROFESIONAL Y T A TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.395.436	1.483.319	1.404.965	1.374.965	1.293.031	1.205.126	1.217.239	1.180.852	1.133.467	1.015.718	948.914	917.994
T	1.607.348	1.624.625	1.473.881	1.490.808	1.483.589	1.391.216	1.326.267	1.290.860	1.235.811	1.510.110	980.321	915.394

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del
Ministerio de la Protección Social.

IV. RESULTADOS

Los datos de la Tabla I indican que a medida que hay más años de experiencia, los salarios aumentan para estas disciplinas. Es decir, que una persona que se graduó en el año 2001 y posea 11 años de experiencia, a corte 2012, su salario será mayor que si esta recién graduado. Lo cual concuerda con la teoría del Capital Humano en lo que se refiere a que a mayor número de años de experiencia mejores serán los salarios. Desde el punto de vista del salario nominal, los años para los técnicos con mayor aumento son el 2003 y el 2002 los cuales estuvieron muy por encima de la media aritmética \$1.214.252,17 y para los tecnólogos 2001 y 2002. \$1.257.971,23.

Ahora bien, al analizar el cambio de aumentar el número de años de educación de técnico a tecnólogo, la diferencia con tener 11 años de experiencia es de 15%, (egresado 2001) de ser egresado en el 2005 es del 14%. De ahí que estaría en sintonía con los postulados de la teoría del Capital Humano en lo referente a que a mayor número de años de educación aumentan los salarios. Del mismo modo se evidencia que los cambios en salarios nominales para los últimos años, es decir: 2010, 2011 y 2012 en ambos rubros técnicos y tecnólogos representarían 3, 2 y 1 año de experiencia respectivamente, serían poco significativos. En el mismo sentido hay que aclarar que no existe formación técnica profesional ni tecnología en Economía por ende el estudio tuvo en cuenta dichos niveles para Administración y Contaduría.

TABLA II

SALARIOS DE LOS EGRESADOS DE ADMINISTRACIÓN. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y T A TECNÓLOGO

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.447.218	1.535.233	1.451.938	1.418.971	1.322.182	1.256.436	1.248.931	1.204.754	1.152.094	1.064.151	983.987	919.733
T	1.627.790	1.660.389	1.493.179	1.486.465	1.510.147	1.399.817	1.349.262	1.307.970	1.257.439	1.183.642	1.022.025	957.635

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del
Ministerio de la Protección Social.

¹ Los datos del Observatorio Laboral para la Educación del Ministerio de Educación Nacional se encuentra la base de graduados, ésta refleja la información para todas las personas de ambos sexos que obtuvieron un título de una institución de educación superior registrada ante el Ministerio de Educación entre los años 2001 y 2012. Último acceso el 1 de Febrero de 2014 en la página web <http://www.graduadoscolombia.edu.co:8080/o3web/jdesktop.jsp>.

Para los egresados tanto hombres y mujeres de Administración entre el 2001 al 2012, y corte a este último año, los datos evidencian que siguen las pautas de la teoría del Capital Humano o en su defecto los cambios anuales por los efectos de la inflación. Sin descontar que acrecentar los años de educación equivale a un aumento de los ingresos. Los años con mayor diferencia entre el Técnico y el Tecnólogo

son el 2001 con un cambio del 12% y un crecimiento nominal de \$180.572 pesos, y el año 2005 con un crecimiento de 14% y una acentuación nominal de \$187.965 pesos. La media de los ingresos de los técnicos fue de \$1.250.469,00 y para los tecnólogos es de \$1.354.646,67, con una diferencia porcentual entre ambos del 8.3%, es decir, \$104.177 pesos nominales.

TABLA III
SALARIOS DE LOS EGRESADOS HOMBRES DE ADMINISTRACIÓN. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y T A TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.580.169	1.864.038	1.647.880	1.450.382	1.450.895	1.463.569	1.411.766	1.385.998	1.281.847	1.165.141	1.090.647	1.024.294
T	1.973.468	1.991.745	1.687.482	1.698.692	1.750.757	1.542.730	1.503.412	1.455.581	1.387.568	1.328.474	1.132.359	1.049.556

Fuente: *Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.*

Para los hombres egresados de Administración con 10 años de experiencia a corte 2012, el año con mayor retorno fue el 2002 con una diferencia del 6.8% entre ser técnico y tecnólogo. El de menos retorno fue el año 2012 con una diferencia

de 2.4%. El promedio de los técnicos fue de \$1.401.385.50 y para los tecnólogos de \$1.541.818.67 con una diferencia entre ambos de \$140.460 pesos nominales que en porcentaje correspondería a un aumento de 9.1%.

TABLA IV
SALARIOS DE LAS EGRESADAS DE ADMINISTRACIÓN. VALORES NOMINALES EN PESOS.
TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y T A TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.383.855	1.404.964	1.365.256	1.405.266	1.268.040	1.178.529	1.123.933	1.104.697	1.060.360	991.061	925.891	853.587
T	1.458.647	1.499.046	1.411.940	1.385.420	1.403.143	1.330.373	1.269.694	1.233.613	1.195.552	1.114.066	964.923	910.981

Fuente: *Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.*

En el caso de la mujeres egresadas de Administración de Empresas el año 2006 fue el de mayor tasa de rentabilidad en virtud que la diferencia entre ser técnica y ser tecnóloga fue de \$226.614, es decir, un 16.6% y el más bajo en contraste con los hombres fue el año 2002, con \$96.482, es

dicho, una diferencia porcentual de 4.6%. Su promedio de salario para técnico fue de \$1.172.119,92 y para tecnóloga fue de \$1.264.738,17, es decir \$92.619 lo que corresponde a un incremento de 7.3% y en diferencia de los hombres un 1.4% menos.

TABLA V
SALARIOS DE LOS EGRESADOS DE CONTADURÍA. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y T A TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.165.180	1.169.047	1.138.423	1.129.424	1.046.394	957.866	1.148.916	1.041.684	1.045.544	872.919	858.787	879.582
T	1.359.808	1.442.286	1.345.863	1.453.175	1.278.558	1.355.662	1.193.331	1.168.453	1.109.692	983.178	872.264	825.963

El salario de los egresados de Contaduría con once años de experiencia es en promedio de \$1.037.813,83 para Técnicos y \$1.199.019,42 para Tecnólogos, con una diferencia de \$161.206 que equivale porcentualmente al 13%. El año con mayor tasa de rentabilidad es el 2002 con una diferencia entre tecnólogo y técnico de \$273.239, lo que representa un acrecentamiento de

22%, 9 puntos porcentuales por encima del promedio. El año donde hubo menor tasa de rentabilidad fue el 2012 donde decreció en pesos en \$53.619. Es decir, 18% menos que el máximo y 7% menos que el promedio, en virtud que la diferencia porcentual de este periodo fue de 6.0%.

TABLA VI
SALARIOS DE LOS HOMBRES EGRESADOS DE CONTADURÍA. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y TA TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.310.407	1.258.765	1.287.890	1.125.793	1.139.654	988.330	1.386.462	1.070.236	1.128.332	927.110	898.374	9477.39
T	1.566.496	1.650.769	1.502.413	1.679.881	1.438.328	1.474.483	1.240.586	1.118.929	1.266.710	1.044.705	958.159	886.237

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.

Desde el punto de vista de género, el promedio del salario fue de \$ 1.112.242,33 para técnicos y para tecnólogos fue de \$1.318.974,67 una diferencia de \$206.732, es decir, un aumento del 15%. De donde se sigue como muchas veces se ha dicho a lo largo del trabajo, que hay una relación directa entre mayores años de educación con mejores salarios en pesos nominales. De igual manera el año con mayor rentabilidad y que concuerda linealmente con la teoría del Capital Humano en lo concerniente a mayores años de experiencia

es el año 2002. En virtud que con 10 años de experiencia la diferencia entre ser técnico y tecnólogo es de \$392.004, que representa \$185.272 más que el promedio. El año con menores retornos es el 2012 al igual que el grueso de los contadores en donde hubo una diferencia negativa entre técnicos y tecnólogos donde estos últimos decrecieron con un salario menor en \$61.502 lo que porcentualmente significa un 6.4%, es decir, 21.4% menos que el promedio del resto de los años.

TABLA VII
SALARIOS DE LAS EGRESADAS DE CONTADURÍA. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y TA TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	1.027.096	1.096.257	1.027.947	1.132.127	1.002.355	946.986	1.037.644	1.030.400	1.009.468	854.612	843.647	858.562
T	1.266.004	1.351.281	1.291.718	1.357.261	1.226.594	1.315.722	1.170.533	1.194.966	1.053.502	963.251	841.943	805.885

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.

Para el caso de las mujeres al igual que los hombres el año con mayor tasa de rentabilidad fue 2002 con una diferencia entre ser egresado de una técnica a un tecnólogo de \$255.024. Con respecto al promedio, este fue de \$988.925 para técnicos y para tecnólogos fue de \$1.153.221,67 los cuales están muy por debajo de los hombres y se evidencia que

hay segregación salarial desde el punto de vista de género. En puntos porcentuales, la diferencia al ser técnico es de 15% para los hombres y para las mujeres es de 18% y aunque estas últimas tienen un mayor porcentaje hay una diferencia en los salarios nominales donde los hombres tuvieron mayores ingresos.

TABLA VIII
SALARIOS DE LOS EGRESADOS DE COMERCIO EXTERIOR. VALORES NOMINALES EN PESOS. TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y TA TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TP	643.500	1.763.000	n/d	1.788.296	1.364.652	1.098.410	1.086.569	1.419.211	1.253.371	1.039.500	1.042.288	n/d
T	1.462.257	1.377.497	1.369.803	1.463.392	1.301.880	1.126.640	1.247.341	1.277.551	1.170.379	1.107.572	1.157.923	869.2889

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.

TABLA IX

SALARIOS DE LOS EGRESADOS DE COMERCIO EXTERIOR. VALORES NOMINALES EN PESOS.
TP CORRESPONDE A TÉCNICO PROFESIONAL Y TA TECNÓLOGO.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SALARIO	567.000	1.393.000	n/d	1.807.889	1.183.33	1.064.990	1.026.484	1.363.571	1.061.626	959.388	1.003.908	n/d

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.

TABLA X

SALARIOS DE LAS EGRESADAS DE TÉCNICA PROFESIONAL EN COMERCIO EXTERIOR.
VALORES NOMINALES EN PESOS.

AÑOS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
SALARIO	567.000	1.393.000	n/d	1.807.889	1.183.33	1.064.990	1.026.484	1.363.571	1.061.626	959.388	1.003.908	n/d

Fuente: Observatorio del Mercado Laboral Colombiano del Ministerio de la Protección Social.

En el caso de los egresados de Técnica Profesional y Tecnología en Comercio Exterior, de acuerdo con los datos encontrados y lo limitado de los mismos , el año 2004 tuvo el mayor aumento en salario para las mujeres ya que fue \$1.807.889 con 8 años de experiencia. El de menor retorno fue el año 2010 con dos años de experiencia \$959.388. Por otro lado, los hombres tuvieron su mayor retorno desde el punto de vista de la experiencia en el año 2002 con \$2.133.000, es decir, \$325.111 más que las mujeres aunque ellas con menos años de experiencia, en virtud que para las mujeres su retorno más alto fue en el año 2004. El menor retorno para los hombres fue en el 2007 con 5 años de experiencia y su salario nominal fue de \$1.138.814, el cual fue muy parecido al del año 2011, ya que con solo 1 año de experiencia estos egresados tuvieron en promedio el mismo salario del 2007: la diferencia fue de solo \$24.564. De lo anterior se deduce que el año 2007 fue poco significativo para este género.

V. DISCUSIÓN

Según el estudio de Gómez (2008), el cual fue dentro del marco del Consejo Privado de competitividad, entre los años 2006-2007 se acrecentaron los salarios de los técnicos y tecnólogos así como la cantidad de egresados, lo cual está en sintonía con la presente investigación. En virtud que los datos indican que es rentable seguir los procesos propedéuticos, en el sentido de continuar la formación de Técnica Profesional a Tecnología, así como que a mayor número de años de experiencia hay más posibilidades de

mejorar los ingresos. De igual manera los resultados de la investigación van en concordancia con el Boletín Número 20 de O.L.D (2012, p. 11) que con otra metodología muestran que es más rentable seguir estudiando, ya que “en las empresas, el salario de los graduados en educación superior es mayor (al menos 2,3 veces) que el de los bachilleres. Según el Observatorio Laboral para la educación un técnico profesional devenga en promedio \$909.017 mientras que según la Gran Encuesta Integrada de Hogares revela que un bachiller obtiene un salario mensual de \$394.515 por sus labores”. En el mismo sentido, la presente investigación concuerda con el estudio que hizo el SENA en el 2013, con 4132, empresas que fue presentado por su actual Directora, Gina de Parody, en Octubre 23. El estudio demuestra que ser egresado de técnico y tecnólogo es rentable, así como que sus salarios están entre 1 a 3 salarios mínimos lo cual estaría en sintonía con los resultados de la investigación, sin olvidar que cada vez más es necesario este recurso humano en virtud del apartado productivo de Colombia. (Gómez, 2013).

VI. CONCLUSIONES

La teoría del Capital Humano con todas sus críticas, contiene postulados loables para entender las dinámicas de la economía laboral. Para un caso específico como al que atañe la presente investigación es una línea argumentativa que amplía la riqueza conceptual y categorial de los estudios económicos colombianos.

²Los datos, como se pueden evidenciar en el salario para egresadas de la técnica profesional en Comercio Exterior en 2001, tienen errores. Sin embargo el análisis se hace desde la media aritmética.

³No hay datos en el observatorio laboral de tecnólogos de este ciclo propedéutico y tampoco para los hombres.

Los egresados como técnicos y tecnólogos poseen una opción viable y concreta para adquirir conocimientos como destrezas en un campo específico, así como de suscribirse en menor tiempo al mercado laboral. De ahí que esta mayor adaptación les ayuda a poseer componente más práctico y operativos en los procesos productivos (Gómez, 2008). Por consiguiente, una manera en que se puede identificar esta relación es al contrastar la teoría del Capital Humano con los datos del Observatorio Laboral de la Educación donde los resultados indican que a mayor número de años de escolaridad en este caso, de seguir el proceso propedéutico de técnico a tecnólogo los salarios aumentan, y que a mayor número de años de experiencia este mismo también se acrecienta.

De igual manera los resultados evidencian que en todas las carreras estudiadas hay diferencias significativas entre ser egresado técnico y tecnólogo como hombre o mujer. En virtud que estas últimas en promedio tienden a devengar salarios más bajos que los hombres. Lo cual evidencia segregación salarial por género como se ha mostrado en otras investigaciones Farné (2006), Fedesoft (2012), Isaza (2013), Isaza y Reilly (2011), Isaza (2003) aunque no específicamente en técnicos y tecnólogos lo cual recalca la pertinencia de este pequeño avance.

REFERENCIAS

- AVSI (2008). AVSI. Recuperado el 6 de Octubre de 2011, de Ministerio de Asuntos exteriores italiano: <http://www.avsi.org/documenti/CapitalHumano.pdf>.
- BECKER, G (1983). El capital humano: un análisis teórico y empírico referido fundamentalmente a la educación. Alianza editorial. Madrid
- BECKER, G (1964). Human capital. Columbia University press. New York. Segunda edición.
- BECKER, G; MURPHY, KEVIN Y TAMURA, ROBERT (1990). Human capital, fertility, and economic growth. NBER working paper No3114 .national bureau of economic research. Cambridge. Page 1-18
- BECKER, G (2003). Capital Humano en la Nueva sociedad. Presentación en la Fundación DMR. <http://www.fundaciодdmr.org/textos/conferencias01d.html>
- CAMARGO, M. (2013). El TLC exige a Colombia aumentar los técnicos y los tecnólogos. Revista Semana.com. Recuperado el 29 de Noviembre de 2013 de <http://www.semana.com/nacion/articulo/el-tlc-exige-colombia-aumentar-tecnicos-tecnologos/258831-3>
- CANAVOS, G. (1988). Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos. Mc Graw Hill.
- DANE. (21 de Noviembre de 2011). Boletín de prensa. Obtenido de Género 2011: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/especiales/genero/bol_genero_2011.pdf
- DAVIVIENDA (2012). Informe de mercado laboral 2012. Obtenido de DAVIVIENDA: <https://www.davivienda.com/wps/wcm/connect/e6842eb3-5c4a-474f-b209-6e2d3229f8e7/Mercado+Laboral+2012.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=e6842eb3-5c4a-474f-b209-6e2d3229f8e7>.
- DANE (13 de Junio de 2012). Comunicado de prensa. Recuperado el 6 de Junio de 2013, de Equidad con desarrollo un modelo que reivindica a la mujer: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/eco_cuidado/cp_desarrollo_equidad.pdf
- Farné, E. (2006). El Mercado de Trabajo de los Profesionales Colombianos. Boletín del Observatorio del Mercado de Trabajo y la Seguridad Social, N° 9.
- FEDESOFT (2012). Estudios de salarios y profesionales del sector de software y TI de Colombia. Obtenido de Informe sectorial de la industria de software y servicios asociados de Colombia 2012: http://www.fiti.gov.co/documentos/Estudio_de_Salarios_y_Profesionales_del_Sector_de_Software_y_TI_de_Colombia_2012.pdf.
- GÓMEZ Y BARBOSA (2014). Situación laboral de los docentes colombianos desde la perspectiva del capital humano. 2009-2012. Tesis de grado de Maestría. Universidad de la Salle.
- GÓMEZ, D (2013). La importancia de los técnicos, tecnólogos y profesionales de Negocios Internacionales en el aparato productivo de Colombia en un mundo que tiende a ser globalizado. Revista TEKCNE. P. 46-54
- Gómez, D (2013a). La teoría del Capital Humano y sus críticas. Revista Dinámica empresarial. No1. Vol. 2. 2013. P. 14-21.
- GÓMEZ, H (2008). Foro Internacional de educación técnica y tecnológica. Obtenido de Consejo privado de competitividad: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/articles-177759_archivo1.pdf.
- Differences and Trade Reforms Empirical Applications for Urban Colombia. Tesis Doctoral, Departamento de Economía, Universidad de Sussex. Brighton, Reino Unido. Disponible en: <http://sro.sussex.ac.uk/44798/> -ultimo acceso: 21/11/2013.
- ISAZA, J., Y REILLY, B. (2011) Selection effects, segregation and gender wage differences: evidence from Urban Colombia. Cuadernos de Economía de la Universidad de La Salle CE-03 11 (Marzo). Bogotá, Universidad de La Salle.
- ISAZA, J (2003). Women workers in Bogota's informal sector: gendered impact of structural adjustment policies in the 1990s. Tesis para optar el título de Magíster en Estudios de Desarrollo del Instituto de

- Estudios Sociales de The Hague-Holanda. Archivos de Economía.
- ISAZA, J (2002). Women Workers in Bogotá's Informal Sector: Gendered Impact of Structural Adjustment Policies in The 1990s. *Planeación y Desarrollo*, XXXIII, 411-468.
- M.E.N. (2012). Resultados de las condiciones laborales de los graduados de educación superior 2002-2011. Obtenido de Ministerio de Educación laboral. Observatorio 1 laboral para la Educación.: http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-312791_recurso_1.pdf.
- M.E.N. (2008). Guía No. 32 Educación técnica y tecnológica para la competitividad. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-176787.html>
- MINCER, J (1958). Investment Human capital and personal income distribution. *Journal of political economy*. 66. Pág 281-302
- MINCER, J (1970). The distribution of labor incomes: A survey. *Journal of economics literature*.8.Pág 1-26
- MINCER, J (1974). Schooling, Experience and Earnings, National Bureau of Economic Research, New York.
- MIZALA, A (2006). Salarios docentes en América Latina, en E. Tenti (Comp.) El oficio de docente: vocación, trabajo y profesión en el siglo XXI. 275-287. Avellaneda: Siglo XXI.
- MORTARA, G. (1920) Lezioni di statistica económica e demográfica. Roma.
- O.L.D. Observatorio Laboral para la Educación. (2012). Capital humano para el avance colombiano. Recuperado el 1 de Diciembre de 2013 de http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/articles-305567_Boletin.pdf
- OFFSTEIN, N. (2003). An historical review and analysis of colombian guerrilla movements.CEDE 2003-21. Agosto. Universidad de los Andes.
- OFFSTEIN, N. (2002). An extortionary guerrilla movement. CEDE 2002-09.Septiembre.Universidad de los Andes.
- OMS. (2002). Integración de las perspectivas de Género en la labor de la OMS. Recuperado el 6 de Junio de 2013, de Política de la OMS en materia de Género.: <http://www.who.int/gender/mainstreaming/ESPwhole.pdf>.
- SCHULTZ, W. (1961). Investment in human capital. *The American economic Review* Vol. 51. No 1.1-17.
- SCHULTZ, W. (1960). Capital formation by Education. *The journal of political economy*. Vol. 68. No 6. 571-583
- UNIVERSIA CHILE (2012). Las carreras técnicas con

mejores sueldos y mayor empleabilidad. Obtenido de Universia Chile: <http://noticias.universia.cl/en-portada/noticia/2012/06/28/946481/carreas-tecnicas-mejores-sueldos-empleabilidad.html>.

UNIVERSIA PUERTO RICO (2012). Empleos de mayor demanda en Puerto Rico: una mirada desde 2012. Obtenido de Universia Puerto Rico. <http://noticias.universia.pr/en-portada/noticia/2012/07/25/953468/empleos-demanda-puerto-rico-mirada-2012.html>

VALENCIA, D. (2013). Colombia necesita más técnicos y tecnólogos. Periódico El Mundo.com. Recuperado el 30 de Noviembre de 2013 de <http://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impresion.php?idx=212499>.

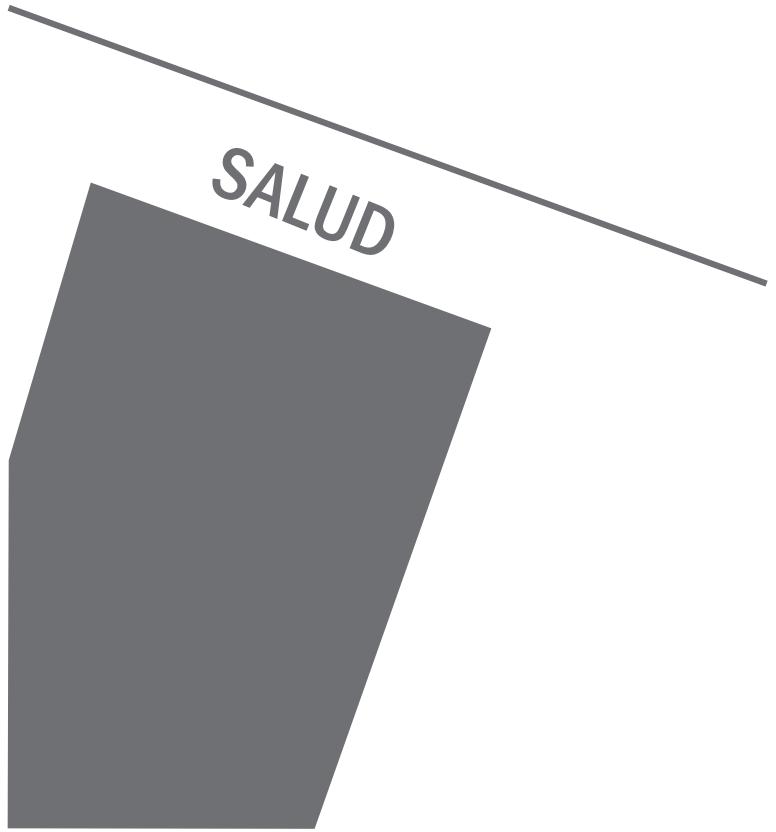
AUTORES

Dustin Tahisin Gómez Rodríguez está con la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN, Bogotá, Colombia, (**e-mail:** dustin_gomez@cun.edu.co).

William Eduardo Rojas Velazquez está con la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN, Bogotá, Colombia, (**e-mail:** william_rojas-vel@cun.edu.co).

Recibido en junio 8 de 2014. Recibido con correcciones en junio 18 de 2014. Aceptado en junio 23 de 2014. Publicado en junio 30 de 2014.

Citar este artículo como:
GÓMEZ, D. T., ROJAS, W. (2014). Análisis de los ingresos de los técnicos y tecnólogos egresados de las ciencias administrativas y afines en Colombia desde la perspectiva del capital humano 2001 – 2012. *Revista TECKNE*, vol. 12, n. 1, p. 55.



CONTRIBUCIONES DE SOCIO-ANTROPOLOGÍA DE LA SALUD EN LA ATENCIÓN MÉDICO/PACIENTE (USUARIO)

CONTRIBUTIONS FROM SOCIAL ANTROPOLOGY OF HEALTH IN DOCTOR/PATIENT (USER) ATTENTION

N. E. Barrera Silva
CUN Corporación Unificada de Educación, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Este artículo muestra los aportes de la sub-disciplina de socio-antropología de la salud en la medicina oficial. Se acude al método comparado para entrever diferencias, semejanzas entre aquella y las medicinas alternativas y tradicionales. Según el enfoque médico, se humaniza la relación humana frente al dolor, los temores y el estrés del paciente o enfermo. Comprender en la consulta médica al otro desde las mediaciones culturales ofrece a los micro-grupos sociales y al paciente crónico sentimientos de cercanía, confianza y alivio enfrente del temor que produce la muerte en el caso de enfermedades crónicas. En la comunidad médica oficial, es una necesidad ante el paulatino incremento de enfermedades infecciosas y complicaciones en la salud por desastres sociales, originados por deficiente o nulo manejo ambiental en las poblaciones. Así, pues, los grupos interdisciplinarios de la salud encuentran en el multiculturalismo sanitario diversidad de posibilidades en la medicación al paciente.

PALABRAS CLAVE: Socio-antropología de la salud, multiculturalismo sanitario, medicina oficial y medicinas tradicionales.

ABSTRACT

This article shows the contributions of the sub-discipline of socio-anthropology of health in official medicine. It goes to the comparative method to glimpse differences and similarities between that, alternative and traditional medicines. According to the medical approach, it humanizes the relationship to pain, fears and stress of the patient or sick person. Understanding the other in the medical consultation from the cultural mediations provide to the micro-social groups and the chronic patients feelings of closeness, confidence and release in front of the fear that produces death in the case of chronic diseases. In the official medical community is a necessity given the gradual increase in infectious diseases and health complications for social disasters, caused by poor or zero environmental management by populations. Thus, interdisciplinary health groups find in sanitary multiculturalism diversity of possibilities for the patient medication. cut under that descriptive statistics were performed. The most important conclusion is that there is a direct relationship between a greater number of years of education as well as years of experience with an increase in salaries of these graduates. Also, there is wages gender segregation.

KEYWORDS:Socio-anthropology of health, sanitary multiculturalism, official medicine, traditional medicine.

I. INTRODUCCIÓN

El impacto del cambio climático en los trópicos se hará sentir en el planeta; nadie quedará ilesa. Tampoco tendremos que esperar otro siglo de tragedias ambientales para compensar las generaciones venideras. El cambio se acelera y supera los pronósticos de transformaciones sin presentes del clima. Entre los efectos, figuran daños impredecibles en la salud humana. Los Gobiernos y las multinacionales de la seguridad social, en este escrito de la salud, tienen la opción de acoger los grandes aportes del área de socio antropología de la salud para llegar a miles de habitantes con programas assertivos de salud pública por el auge de enfermedades infecciosas.

Este artículo comparte los aportes de los médicos-antropólogos y escritores Josep Comelles, Alfonso J. Aparicio Mena y David Le Breton en el campo de socio-antropología de la salud. De otro lado, se abordan las distintas concepciones médicas para el tratamiento de las enfermedades;

formas de interacción entre el médico y el paciente en la consulta. Comelles, Aparicio y Le Breton encuentran en la diversidad cultural de los grupos humanos estrategias de intervención médica para aliviar el dolor y la angustiosa espera de la muerte en los enfermos crónicos. Por último, no sobra advertir que, en Colombia crece la tendencia de médicos con titulación oficial, incursionar en las medicinas alternativas y tradicionales, ofreciendo al enfermo un abanico de posibilidades curativas con tratamientos médicos soportados en representaciones, creencias y hábitos con distintas percepciones del dolor, la enfermedad y la muerte.

I. CAMBIO CLIMÁTICO Y MULTICULTURALISMO SANITARIO

En los países emergentes, especialmente en Colombia, la sociedad en su conjunto interviene en la devastación ambiental; pobres y ricos consumen, arrojan residuos en el sitio donde se encuentren y desperdician sin control; incluye la deforestación, siembras de agro-combustibles y activida-

des extractivas entre otras. El deterioro del capital natural origina sin parar incrementos en las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso que al superar el componente natural en la atmósfera, ha generado alrededor del 30% en los últimos 150 años. Barrios, afirma: “En este periodo, [150 años] la concentración del metano en la atmósfera aumentó un 150% y la del óxido nitroso un 16%” (2007, p. 13). Ahora bien, las emisiones de los gases efecto de invernadero se agravan; ya nadie discute la evidencia irrefutable del cambio climático con el aumento de 0,6 °C de la temperatura en la superficie de la tierra.

Regresemos a los problemas ambientales en las regiones, caracterizados por periodos cíclicos de inundaciones, huracanes deslizamientos, avalanchas y derrumbes de montañas; sequías, pérdidas de territorios cultivables, asociadas a la pobreza en los sectores más vulnerables de la nación. Estos fenómenos contribuyen a la aparición de nuevos virus, bacterias e incremento de enfermedades transmisibles (tuberculosis, malaria, dengue), que parecían controladas por la implementación de programas sanitarios en distintos lugares del territorio nacional. Esta tendencia suscita voces de alarma, ya que existía la hipótesis de que el acceso a las tecnologías de la comunicación y la vida doméstica, mejoraría con las construcciones de infraestructuras locativas; la educación masiva y avance de conocimientos y aplicaciones científicas para el bienestar individual y colectivo, que harían del planeta un lugar más cómodo y gratificante por acceso de las poblaciones a mejores condiciones de calidad de vida y sentido de bienestar.

Sin embargo, el desequilibrio entre el patrimonio natural, los bienes construidos por generaciones enteras y el capital concentrado en grandes corporaciones y élites nacionales, han impedido la construcción del Estado de bienestar que los pueblos anhelaban y, en su lugar, se han recrudecido las guerras, el hambre, el desempleo, la desnutrición y el flagelo de la corrupción, sobre todo en los países emergentes.

En socio-antropología de la salud el multiculturalismo sanitario acuñado en Occidente describe espacios interculturales en la relación médico/usuario/asistencia en el contexto de las particularidades culturales de los micro-grupos humanos. De otra parte, se apoya en la investigación de la antropología médica para develar avances, cambios y transformaciones de los sistemas curativos de origen ancestral. Aunque difieran del marco científico de la medicina convencional, son ampliamente aceptados y validados en la tradición de millones de personas en distintos territorios

biogeográficos de las regiones por la eficacia en resolver daños en la salud. C. Sagan pone el siguiente ejemplo:

La quinina procede de una infusión de la corteza de un árbol particular de la selva amazónica. ¿Cómo descubrió un pueblo pre-moderno que un té hecho precisamente de este árbol, con todas las plantas que hay en la selva, aliviaría los síntomas de la malaria? Debieron probar todos los árboles y las plantas –raíces, tallos, cortezas, hojas– masticadas, machacadas y en infusión. Eso constituye un conjunto inmenso de experimentos científicos durante generaciones: experimentos que además hoy no podrían realizarse por razones de ética médica (...). Sin embargo, por ensayo y error, y recordando cuidadosamente lo que funcionaba, a la larga llegan a la meta: utilizando la riqueza molecular del reino vegetal para acumular una famacopea que funciona. Se puede adquirir información absolutamente esencial, que puede salvar la vida, a partir exclusivamente de la medicina popular (1998, p. 278).

Así las cosas, crece la tendencia de integrar variedad de conocimientos tradicionales ante evidencias de curación como alternativa en el tratamiento de dolencias. Ahora bien, en el marco mundial de la salud pública, las investigaciones socio-antropológicas complementan los resultados provenientes de la epidemiología, en virtud a la focalización de causas de enfermedad arraigadas en la cultura. De igual manera, podemos reconocer la diversidad de representaciones culturales que tienen los individuos y los grupos sociales en la triada de salud-medicina-enfermedad. Se sabe que el individuo, según la cultura, tiene sus propias creencias de higiene, aseo y limpieza. Acuña afirma:

(...) los cuidados higiénicos presentan también diversidad de técnicas de lavar, jabonar, frotar el cuerpo, de limpieza bucal, posturas para defecar o para orinar. Igualmente conocida es la variedad de posiciones sexuales, considerablemente divulgadas en los últimos tiempos. Las técnicas terapéuticas ofrecen toda una amplia gama de posibilidades desde la medicina científica con las prácticas quirúrgicas y la aplicación farmacéutica; hasta la medicina popular y tradicional con el empleo de plantas, masajes, imposición de manos, ensalmos, rezos, etc. (2001, p. 36).

¹ Sub-disciplina de la antropología médica, soporte teórico del multiculturalismo sanitario desde la perspectiva de la medicina oficial.

² Describe espacios de encuentro entre la sociología, la antropología y la medicina en el delicado entramado del proceso salud/enfermedad en contexto local y regional.

Adviértase, pues, que las prácticas culturales de asear el cuerpo se adecúan, modelan y articulan a la situación económica de los individuos. La población vulnerable en áreas marginales, accede a deficiente o nula infraestructura sanitaria con incidencia en los estándares de calidad en la salud. El enfoque del multiculturalismo sanitario todavía no cabe en la práctica de acceso al sistema de seguridad social, aunque se defina como “política de Estado, a través de la cual se busca la atención integral de las contingencias que puedan generar un estado de carencia (...)” (Guzmán & Redondo, 1999, p. 47).

Con respecto a lo anterior, los grupos socio-culturales pobres además de estar inmersos en economías marginales, desconocen sus derechos y se ven auto presionados al ocultamiento de sus creencias y concepciones del mundo por considerar que el pensamiento de la sociedad occidental es el correcto.

Mientras continúa la tendencia de negar la diversidad cultural y aceptar al otro tal como es, las personas “con distintas concepciones culturales acerca del proceso salud/enfermedad y las diferentes maneras como se manifiestan los determinantes de la salud en las distintas regiones del país (...) Muñoz, Londoño, Higuita y Sarasti et al, 2009, 149), no podrán beneficiarse de adecuados sistemas de salud. En Colombia, se exhorta la aplicación del artículo séptimo de la Carta Magna, por vincular las prácticas sanitarias en el ámbito de la diversidad cultural, tanto en los servicios privados como aquellos de seguridad pública. Así se darán pasos decisivos en la aplicación de políticas públicas acordes a los principios básicos de la seguridad social.

El compromiso del multiculturalismo sanitario plantea difíciles retos, en el sentido de renunciar a la concepción homogénea del ser humano en el plano teórico-práctico de la multiculturalidad en contextos asimétricos con la idoneidad que exige la práctica médica a los habitantes de los pueblos indígenas, afros y mestizos con particulares estilos de vida en la sociedad de consumo.

Conviene agregar que el principio básico de universalidad en la seguridad social en Colombia, se conecta directamente a la atención médica en los casos del detrimento en la salud colectiva por problemas ambientales agravados por el cambio climático. Este principio busca la protección de todas las personas sin distingos de actividad, género, sexo, religión, política o creencias desde el respecto de las diferencias culturales en los vinculados a los Regímenes Contributivo y Subsidiado Importa dejar sentado, que la Ley 100 de 1993, convirtió al paciente en usuario al declinar el derecho fundamental de la vida en beneficio del mercado de la salud de las instituciones de salud. Tampoco reconoce en los usuarios las particularidades culturales en el interior del multicul-

turalismo sanitario, propuesta del médico Comelles en la atención de salud, acorde con la segunda década del siglo XXI.

II.LA MEDIACIÓN SOCIO ANTROPOLOGICA DE LA ENFERMEDAD EN EL SIGLO XXI

La socio antropología se constituye en mediadora entre las ciencias sociales y las naturales; responde a nuevos desafíos de la ciencia y la tecnología traducidas en sinnúmero de expresiones culturales y visiones en la conservación del ambiente; la preservación de las semillas, uso y manejo de plantas exóticas y de animales en vías de extinción asociados a cosmovisiones diversas en los grupos étnicos en cuanto al uso y manejo de la biodiversidad o la farmacia natural como recurso sustentable y fuente de suministro de gran variedad de medicamentos naturales indispensables en la salud humana.

En algunas medicinas alternativas en vez del concepto de enfermedad se designa mal al padecimiento que siente la persona. La dolencia asumida en la medicina alopática las reduce a formas de patología en su intervención. La enfermedad tiene varias miradas: la intervención biológica, la percepción que tiene el enfermo, las interpretaciones subjetivas del mal, crisis y altibajos anímicos, que afectan tanto a la persona intervenida como a las personas cercanas que prestan ayuda y hacen que el dolor físico y mental sea morigerado. Los grupos sociales con respecto a los trastornos físicos y mentales elaboran imaginarios, saberes y experiencia puestos en circulación en complejas redes culturales al interior de las relaciones interpersonales. Se caracteriza por la intervención de sinnúmero de actores y circunstancias sociales desconocidas en las multinacionales e instituciones de los servicios públicos y de seguridad social. El médico Comelles sostiene que la “medicación no ha conducido a un absoluto monopolio del sector salud sobre los complejos asistenciales. Es necesario entonces entender esta discrepancia como el fruto de procesos bidireccionales de transacción y apropiación mutua”. (1997). Esto quiere decir, que se construyen dos perfiles paralelos de conocimientos con percepciones y lógicas distintas: la de saberes populares y la ciencia. Estas diferentes valoraciones afectan el proceso de medicación y credibilidad mutua.

La medicación sitúa a médico-paciente, uno frente al otro y cada uno con distintos saberes: uno, quien tiene la autoridad del conocimiento y la posible solución para enfrentar

³ Un médico afirmó en la entrevista de la investigación publicada en la Revista Nacional de Salud Pública: ‘Bueno, yo cumplí exegéticamente la norma como dicen los abogados, pero eso me costó que ese señor se muriera’[p. administrativo, 132-4] (...) ‘al paciente no le doy la atención que se requiere y eso me genera un conflicto ético’ (...)’ (2009, p. 148)

el mal y el otro, un individuo anónimo, aunque sea un profesional, quien tiene pocas opciones de entender rápidamente el diagnóstico elaborado en lenguaje técnico. Generalmente se limita a observar la forma como es atendido. En la asistencia median pocas palabras y algunos gestos en la mayoría de los casos. El ritual se caracteriza por las relaciones de poder: quien tiene el conocimiento y el don de la cura frente al afligido por la enfermedad. Sin embargo, cada uno depende del otro. Desde esta perspectiva se pretende construir espacios de mediación que permitan una mejor interacción entre el sujeto sometido a la intervención y el médico general o especialista.

III.LA MEDICINA CHINA: OPCIÓN ALTERNATIVA DEL ENFERMO.

La medicina china es ampliamente reconocida por ser uno de los sistemas terapéuticos más antiguos del mundo. Este enfoque médico prefiere el concepto de males en lugar de enfermedades, además, se inclina por el de enfermo en vez de paciente. De otra parte, identifica desarmonías o alteraciones que se pueden clasificar por su duración, la intensidad de sus manifestaciones y por el modo de vivirlas en agudas y crónicas. (Aparicio, 2007). La medicina china: Posee polifacéticas formas de intervención en el enfermo de componer el puzzle terapéutico, de combinar los principios y los recursos según elecciones previas del ámbito de la persona sobre el que se quiera trabajar, en la terapéutica asiática (...) La medicina tradicional china es utilitarista y pragmática, como otras medicinas tradicionales. Utiliza el simbolismo como herramienta de comunicación y ayuda. (...) No establece protocolos inamovibles y universales. Se adapta a la individualidad de cada paciente, modificando la primera propuesta con los cambios que aquél va experimentando. (Aparicio, 2007, p. 6)

Por lo tanto, la ciencia china no dispone de protocolos como en Occidente, que defina desequilibrios concretos —manifestaciones o expresiones patológicas en términos del mundo occidental— susceptibles de ser observados en la población. Se habla más bien de síndromes o categorías amplias que incluye males observados en forma individual; hacen parte de procesos básicos y principales en el funcionamiento del cuerpo alterado, los cuales en términos de la medicina convencional denomina patológico, expresión menos antropológica. Así, pues, habla de "personas con padecimientos crónicos", en vez de "enfermedades crónicas" (Aparicio, 2007). De otra parte, también afirma que, los sistemas terapéuticos tradicionales se dirigen más a las personas que a sus males. Desde este enfoque, obtiene la opinión del enfermo más que la definición de sus propios problemas.

⁴ No existe consenso en la definición. Prevalece la tendencia en grupos amplios de la población a solicitar asistencia médica con métodos y tratamientos más cercanos a la naturaleza en lugar de fármacos de la medicina occidental.

IV.CURAR Y CUIDAR EN LAS TERAPIAS

Se distinguen dos situaciones: unas de protección y cuidado de la vida y otras, de tipo terapéutico. En la primera, intervienen las instituciones privadas y públicas, además del entorno inmediato de la persona asistida y, en la segunda, las técnicas de intervención curativa para mejorar o curar el trastorno padecido. Comelles sostiene:

Curar es menos frecuente en términos biológicos. La parte de las enfermedades biológicas, excepto las infecciosas por bacterias o por parásitos, no se curan si no por la inmunidad del propio sujeto, eventualmente en base a remedios empíricos. Mucho más a menudo, las sociedades, ante trastornos que saben de pronóstico funesto ponen en pie terapéuticas rituales o simbólicas que no van dirigidas a resolver la enfermedad como a aligerar la ansiedad enfermo y de su red social. En todas juega un papel fundado en la calidad de vida del paciente, y la asistencia que recibe" (1997).

El ritual se encuentra inmerso en el proceso asistencial. Presenta dimensiones y alcances diferentes, según el tipo de práctica asistencial: biomédica o alternativa. Actúa como medicina para el alma, complementa las técnicas curativas, asume un carácter religioso. Se refleja en la norma o mandato superior, cuando el mal o la enfermedad adquieren pronóstico grave e irreversible. Si la dolencia conduce a un desenlace fatal, el cuidado se limita a esperar con resignación el fin de los tiempos para el asistido. Los estudios indican, diversas formas de asumir la incertidumbre ante la pregunta: ¿qué sucederá después de la última respiración ante la cercanía de la muerte? Puede depender de la herencia genética, las condiciones económicas y calidad del ambiente; el acceso a los servicios de seguridad social; los hábitos y costumbres. Ante este arsenal de condicionantes, el enfermo internamente se resiste al desenlace "fatal" desde la interpretación de la cultura; entonces, redobla los sentimientos de apego hacia sus seres queridos y el mundo material que empieza a dejar. No obstante, el deterioro sistemático de las condiciones de vida es tal, que llega el momento en que el cuidador del enfermo —en su condición moral—, también declina su labor y acepta el fin de la vida.

De otra parte, está en aumento la creación de establecimientos para el cuidado de ancianos cuando los hijos o personas responsables afirman que "ya no tienen tiempo" o carecen de interés para cuidarlos. En su defecto y a diferencia del pasado, proliferan instituciones privadas y públicas que atienden estas necesidades familiares. Ocurre en casos específicos, por ejemplo, las familias se han

reducido; todos participan de actividades laborales; o el tipo de dolencia amerita cuidados especializados. Estas situaciones requieren el servicio de instituciones que reemplazan los antiguos cuidados en la casa en condiciones normales. Conviene indicar, que la situación económica favorable coadyuva a la búsqueda de alternativas. En resumen, la figura del cuidador especializado es producto histórico por cambios acaecidos en la familia, el trabajo, el individualismo y la pérdida del sentimiento de cuidar al otro.

Los problemas crónicos se entienden, en la visión tradicional, como males instalados en el interior de la persona. Para llegar a donde están ha sido necesario tiempo. El presente y el futuro del llamado "enfermo crónico" se hallan ligados a numerosos factores, no sólo a la evolución del mal específico que padece, y a las medidas de corrección puestas en práctica. La medicina tradicional y los sistemas naturales abordan la ayuda y la atención cuando el enfermo las reclama, teniendo en cuenta cuál es la relación de la persona con el medio: natural, social y cultural (Aparicio M., 2007, p. 2).

V. DISTANCIAS Y PUNTOS DE ENCUENTRO EN LOS TIPOS DE INTERVENCIÓN.

En principio, la antropología médica estudia las medicinas ancestrales y formas de curación al enfermo, las cuales difieren de la medicina occidental, aunque es tal la diversidad, que existen sistemas tradicionales y naturales entremezclados con medicinas alternativas. Entre las de origen asiático sobresale la medicina china y la ayurveda en la India. Así mismo, las medicinas de origen europeo siguen los esquemas tradicionales y filosóficos de sus propias tradiciones y se diferencian del sistema convencional-alopático. Entre ellas figura la naturopatía, sistemas de atención manual o la propia homeopatía. Lo importante de esta diversidad es el derecho que tienen las personas a escoger y practicar el sistema de salud que más se adapta a su propia filosofía y creencia. Se adiciona, que uno de los efectos en los tiempos de globalización, es la tendencia selectiva de ciertos segmentos de población a optar por estilos de vida más acordes a la dinámica interna de la naturaleza. Lo resume un estado diferente de conciencia, el cual se expresa en la frase “simplifiquemos el modo de vida”.

Así, pues, se enriquece el desarrollo de las facultades y capacidades psico-afectivas y emocionales. Al llegar aquí, los micro-grupos en distintos lugares de la tierra están en ascenso cuantitativo, sin dejar de indagar en otros sentidos a

la vida, que a su vez, requieren un sistema de salud que se adapte a cuerpos y mentes poco adecuados al consumo de fármacos alopáticos, como ya se mencionó. Así, pues, crece la tendencia a considerar la dieta parte de la medicina preventiva; por lo tanto, se genera la conciencia de qué se consume, cuánto alimento y cuándo. Estos estilos de vida llevan implícito un autocontrol del sentido de gusto y desde esta perspectiva promueven diversidad de procesos de selección alimenticia, diferente del consumismo ilimitado como afirmara Lucien Sève en la década de los setenta.

VI. EL DOLOR

David Le Breton opina que "el dolor no es un hecho fisiológico sino un hecho existencial" (2005, p. 65). Por su parte, Laplantine (Como se citó en Aparicio A.) elabora un paralelo entre los dos tipos de intervención:

Mientras la intervención médica oficial pretende únicamente proporcionar una explicación experimental de los mecanismos químico-biológicos de la enfermedad y de los medios eficaces para dominarlos, las medicinas populares aportan una respuesta integral a una serie de insatisfacciones no solamente somáticas sino también psicológicas, sociales, espirituales para algunos, y existenciales para todos que el racionalismo social no está dispuesto a incorporar. (2007, p. 4).

Para Bach (como se citó en Aparicio M., 1997) cuando un enfermo narra sus experiencias íntimas sobre la forma como vive sus males, identifica y define sus sufrimientos y problemas. Estos relatos son clave en el discernimiento sobre el tipo de ayuda que más conviene a los enfermos crónicos dentro de los sistemas tradicionales y naturales. Sin embargo, con el paso del tiempo, el avance del mal profundiza las huellas del dolor, entonces, la persona se desanima y ante la ausencia de soluciones terapéuticas adecuadas se vuelve desconfiada y probablemente profundiza su estado depresivo. Le Breton (Como se citó en Aparicio, 2007) señala que:

la alegría y el placer se dan y se viven en la vida cotidiana como una experiencia familiar, mientras que el dolor y el sufrimiento se ven y se viven como algo ajeno y extraño que rompe el tejido de las costumbres y hábitos que destilan el placer de vivir (2007, p. 4).

En resumen, ante la inminencia de la muerte del enfermo crónico, la biomédica y las medicinas tradicionales llegan a los límites de sus propias fronteras del conocimiento. Poco a poco se introduce la terapia de ayuda para mantener el

⁵Acupuntura china, homeopatías, ayurveda y otras tendencias complementarias.

control —en la medida de lo posible — los niveles del dolor. El cuidado y amor familiar son determinantes para que el enfermo crónico sienta alivio, reciba apoyo moral y ayuda física en la atención de sus necesidades básicas. A este tipo de enfermos crónicos, Le Breton los denomina “enfermos funcionales” (1995, p. 50).

VII. SIMBOLISMO DEL ENFERMO

Los símbolos que rodean al enfermo crónico son grises, con luz tenue y escasa ventilación. Este ambiente encaja con su deterioro físico. La gente que lo rodea habla en voz baja, las miradas hacia el enfermo son lúgubres y de inmenso pesar; la gente no se comunica. Predominan los gestos. Las cortinas y las ventanas permanecen cerradas. Se sienten energías asfixiantes. El tabú amplía el dolor y el sufrimiento en el enfermo. A la falta de salud se le adiciona un ambiente sombrío. Quienes rodean al enfermo crónico, diariamente se preguntan ¿cuánto tiempo debe sufrir? “Es mejor que Dios se acuerde de su alma y pueda descansar”. Estas preguntas amplían el sentimiento de pesar del enfermo, quien también poco habla y ya no sonríe (...) solo mira (...) se siente triste y marginado. La muerte no es una enfermedad, es el final del proceso de la vida. En los planes de asistencia médica ya no se les tiene en cuenta. Llaman a los parientes más cercanos para que “decidan” sobre su inmediato futuro. Se le incapacita en medio de la soledad a pesar de estar rodeado de parientes y allegados. Por supuesto que este caso no aplica para los enfermos que pierden la lucidez la mayor parte del tiempo, o la mantienen parcialmente.

Así mismo, el dolor físico, el padecimiento moral, la falta de energía y abatimiento del enfermo crónico, exhorta a que desde la socio antropología de la salud se investiguen los significados del simbolismo individual en torno al mal, la agonía, el sufrimiento y la avenencia; en la formulación de estrategias socioculturales en la intervención médica. En suma, esta disciplina dispone de la hermenéutica antropológica, métodos de indagación cultural y suministro de vías alternativas y complementarias en la formulación de salidas a conflictos vinculados a la existencia humana.

VIII. DIVERSIDAD TERAPEUTICA Y CONCEPCIONES SOBRE LA PATOLOGÍA Y EL MAL

Desde la diversidad terapéutica se presentan algunas analogías sobre aspectos fundamentales tratados desde socio antropología de la salud. En el abordaje de esta temática figura el reconocimiento que merece cada uno de los sistemas médicos para concebir e interpretar los males en la salud.

Medicina alopática (oficial)	Medicinas tradicionales
Predomina el concepto de enfermedad.	Se hace referencia al mal.
Identifican patologías. Con base en su estudio inician tratamientos según resulte el diagnóstico.	Más que atacar al mal, defienden <i>lo bueno</i> del estado de salud. Potencia la fuerza vital. Procura reversar el problema de salud. Mejoría en el sistema inmunológico.
La curación incluye medicamentos de las industrias farmacéuticas.	De acuerdo al tipo de medicina tradicional o alternativa vienen las ayudas curativas.
El avance del conocimiento científico de la medicina determina el tipo de especialización.	Prevalece la tendencia integradora.
Sobresale el médico general y el especialista de órganos del cuerpo humano.	Cuerpo-mente-espíritu. Algunas tendencias en vez del concepto de espíritu utilizan el de alma.
La medicina tradicional china se estudia en la universidad y en centros especializados.	En los grupos étnicos los conocimientos se transmite en rituales de iniciación. La tradición mantiene la vigencia de los saberes. Por ejemplo, el pueblo indio Páez lo conoce como médico tradicional.
Nuevo paradigma en la disciplina médica: Trabajar en interdisciplinariedad con tipos de medicina tradicional y con la disciplina de la socio antropología o sub-especialidades de la antropología médica en investigaciones y tratamientos integrales	
En la consulta el tratamiento del dolor tiene implicaciones analgésicas.	El tratamiento del dolor tiene abordajes psiquico-emocionales
Las intervenciones quirúrgicas.	Los médicos tradicionales remiten a los médicos convencionales a pacientes que requieren ser intervenidos quirúrgicamente.

El esquema anterior permite ubicar diferencias básicas en el tratamiento de la enfermedad o del mal. No sobra insistir que en las medicinas tradicionales y alternativas prevalece el concepto de desequilibrio —aceptado por los enfoques alopáticos, alternativos y tradicionales— ocasionado por el mal que produce el órgano identificado con relación al ambiente y las condiciones socioculturales del enfermo. Se encamina la terapéutica a recuperar la

regulación y el equilibrio. Ningún sistema compite con el otro. En la práctica, tienen espacios de encuentro. De hecho, existen experiencias de médicos convencionales que incorporan a sus conocimientos saberes, técnicas y habilidades de las medicinas tradicionales; así amplían su visión sobre el tratamiento médico que requiere el paciente. Sin embargo, todavía se reclama la aplicación de estrategias gubernamentales con políticas de acercamiento intercultural entre las concepciones de salud y medicina, que eliminan las posiciones etnocentristas y hegemónicas vigentes.

Desde las medicinas tradicionales o alternativas, el tratamiento del dolor y sus connotaciones psíquico-emocionales, pretende interferir entre la tendencia al aislamiento por el sufrimiento y el estrés. El asistido se reintegra a sus proyectos e ilusiones; la relación saludable en las relaciones interpersonales evidencia uno de los propósitos de los sistemas médicos tradicionales en los casos de enfermedades crónicas. Le Breton afirma: "El dolor es como una versión de la muerte en vida del sujeto", Luego agrega: "El hombre no se reconoce así mismo en su entorno, deja de ser el mismo" (2005, p. 65). Para los médicos étnicos de la antigua Mesoamérica, la enfermedad tiene un lado positivo, ya que el mal del afectado, le permite mejorar su forma de vida a través de la reflexión.

El enfermo sin salida curativa encuentra en las narrativas creencias, hábitos y representaciones, un modo adecuado de asumir el sufrimiento, sea en el mundo del trabajo o en las actividades cotidianas. Al no enfocarse en el sufrimiento, toma conciencia y descubre otras alternativas laicas o religiosas para comprender el significado del viaje sin retorno. Entonces, enfermo y terapeuta encuentran nuevos niveles de interlocución, saben lo que puede hacerse, no en la cura sino el alivio del sufrimiento en términos de realidad.

Se advierte que las medicinas tradicionales no engañan, ni crean falsas expectativas al enfermo. Este confronta con dignidad su padecimiento crónico. Se le informa que recibirá ayuda con remedios naturales que poseen el atributo de atenuar su estado crónico; de limpiarlo tanto en la parte física como mental para que viva con entereza el padecimiento sin que tenga que marginarse de la sociedad. En algunas culturas el médico tradicional además de impartir medicamentos naturales, asesora al asistido en la parte psíquica y emocional. Ante todo es un educador. No se presenta como el dueño de la verdad, tampoco representa la ciencia. El médico tradicional es simplemente un interlocutor que entrega sugerencias y paliativos para enfrentar el sufrimiento ante sí mismo, el medio familiar y laboral en el plano de las relaciones interpersonales.

Se pretende que el enfermo no importa el estado del proceso de su dolencia, se anime y participe activamente en el proceso curativo. La persona pone todo de su parte y avanza en el proceso de sanación. Los remedios y medicamentos si bien tienen cualidades y funciones curativas, actúan y potencian resultados, si la parte anímica se complementa con actitudes y comportamientos proactivos en la terapia. Por el lado del terapeuta y el modelo tradicional que representa, muestra una actitud abierta, dialógica en sentido horizontal; se muestra compasivo y propulsivo. Da entender que las dolencias y padecimientos físicos hacen parte de la vida, así como la muerte sella el destino de las personas. Son etapas del mismo proceso, un estado no puede existir sin el otro.

De acuerdo a lo anterior, la gente quiere variedad de oferta terapéutica y en los modos de cuidar la salud. Ensaya y busca resultados en las diferentes opciones del mercado. De otra parte, crece la tendencia a combinar los dos sistemas: convencional-allopático con algún tipo de medicina tradicional por la compatibilidad en los tratamientos. Especialmente en enfermos crónicos que buscan desesperadamente un alivio al mal padecido.

IX. CONCLUSIONES

El área de socio-antropología de la salud se encamina a la asistencia médica desde el concepto de multiculturalismo sanitario, que reconoce no solo la diversidad cultural de hábitos, creencias, costumbres y simbología en la triada salud-medicina-enfermedad de los pacientes/enfermos según el enfoque médico ofrecido por las empresas privadas y del Estado a las poblaciones o buscado en forma independiente por los pobladores.

Las medicinas tradicionales de los grupos étnicos, afro y del sector campesino. Todas tienen en común la tradición milenaria que subyace en la medicina científica. En la epidemiología ocupa un vasto campo de acción, sobre todo en la formulación de estrategias socioculturales de prevención en salud pública. También contribuye con investigaciones socioculturales en la divulgación de saberes validados por la experiencia y ratificados por la ascendencia que tienen en la tradición de las poblaciones.

El campo de socio-antropología de la salud en el campo de la terapéutica, profundiza el conocimiento de los rituales que rodean la diversidad médica; actúa en el enfermo como medicina para el alma, complementa las técnicas curativas, fortalece la estructura psíquica, emocional y afectiva. Prepara al enfermo crónico en situaciones de desenlace final cuando termina toda posibilidad curativa humana. Informa al enfermo que la solución del mal no implica cura total:

El individuo se debate entre la salud y la enfermedad en procura del equilibrio para mantenerse en adecuadas condiciones de bienestar.

Esta concepción de la enfermedad también condiciona a que el enfermo admita la realidad de su propio estado de salud con actitudes más afines y consecuentes con el proceso de deterioro que acompaña el paso del tiempo frente a una enfermedad crónica o el envejecimiento natural con el consiguiente deterioro del cuerpo.

Finalmente, el multiculturalismo sanitario introduce el paradigma que replantea el discurso en torno a la salud en dos sentidos: El (1) En México, Bolivia y otros países de América Latina, los saberes tradicionales y populares han ganado espacio académico por la eficacia del conocimiento validado en la práctica social. (2) En Occidente, sobre todo en España, médicos reconocidos investigan la cultura, con el propósito de transformar la relación médico/ paciente.

Desde la diversidad de atención y cuidado del enfermo, se presentan analogías y diferencias con base en los resultados de investigaciones antropológicas. Ahora bien, desde la cosmovisión y hábitos de vida, los micro-grupos optan por el más adecuado con respuestas prácticas a las necesidades del enfermo. La selección de un tipo de medicina por parte de la población, lleva implícito el manejo de información, verificabilidad comprobada en casos similares y la confianza que inspira el médico.

REFERENCIAS

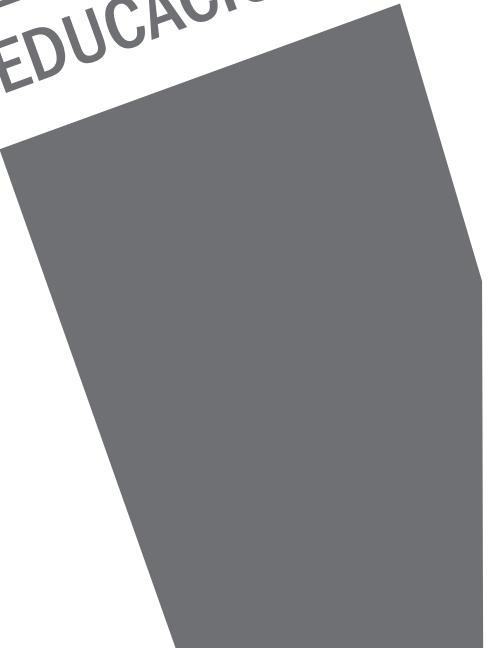
- AVSI (2008). AVSI. Recuperado el 6 de Octubre de 2011, de Ministerio de Asuntos exteriores italiano: <http://www.avsi.org/documenti/CapitalHumano.pdf>.
- ACUÑA, A. ÁNGEL. (Enero-Abril 2001). El cuerpo en la interpretación de las culturas. Boletín Antropológico. Volumen 1. Año 20, N° 51, ISSN: 1325-2610. Universidad de Los Andes. Mérida. pp. 31-52. Recuperado de http://www.ugr.es/~pwlac/G23_14AlfonsoJulio_Aparicio_Mena.pdf
- APARICIO, A. (2007). La antropología aplicada, la medicina tradicional y los sistemas de cuidado natural de la salud. Una ayuda intercultural para los padecimientos crónicos. Universidad de Salamanca. Gazeta de Antropología. 23. Art. 14. ISSN 0214-7564. Recuperado de: http://www.ugr.es/~pwlac/G23_14AlfonsoJulio_Aparicio_Mena.html
- BARRIOS, VICENTE. (2007). El cambio climático global . ¿Cuántas catástrofes antes de actuar? Colombia: Ediciones Desde Abajo.
- COMELLES J. (1997). De la ayuda mutua y de la asistencia como categorías antropológicas. Una revisión conceptual. Naya. ISBN: 0329-0735. Recuperado de <http://www.naya.org.ar/articulos/med01.htm>
- LE BRETON, DAVID (2005). Douleur et anthropologie. Paris: Elsevier SAS. Métailié.
- LONDONO, I. HIGUITA O., SARASTI, D., MOLINA G., (mayo-agosto de 2009). La legislación que reglamenta el sistema de salud colombiano: formulación, aplicación e implicaciones sobre sus autores. Facultad Nacional de Salud Pública. Vol. 27, núm. 2, p. 149.
- MORA, F. Y REDONDO, H. (1999). La reforma de la salud y la seguridad social en Colombia. Santafé de Bogotá: Biblioteca Jurídica Diké.
- SAGAN, CARL. El mundo y sus demonios. (1998). Santafé de Bogotá, D.C. Colombia: Planeta Colombiana Editorial, S. A.

AUTORA

Nubia Edilma Barrera Silva está con la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN, Bogotá, Colombia, (**e-mail:** Nubia_barrera@cun.edu.co).

Recibido en mayo 16 de 2014. Aceptado en junio 28 de 2014. Publicado en junio 30 de 2014.

Citar este artículo como:
BARRERA, N. E. (2014). Contribuciones de socio-antropología de la salud en la atención médica/paciente (usuario). Revista TECKNE, vol. 12, n. 1, p. 64.



EDUCACIÓN

ANÁLISIS DOCUMENTAL DEL PROCESO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN MINERÍA DE CARBÓN EN COLOMBIA

DOCUMENTARY ANALYSIS PROCESS FOR DECISION MAKING IN COAL MINING IN COLOMBIA

R. M. Suárez Castro
Fundación Universitaria Horizonte, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Este documento presenta la revisión de las variables que influyen en el proceso minero del carbón, compuesto por actividades como exploración, explotación, producción o beneficio y comercialización. El propósito de este documento es definir las variables de mayor impacto en el proceso de toma de decisiones mineras que afectan de manera directa el costo de explotación y la disponibilidad de dicha información, como es el caso del proceso de perforación y voladura, el uso de tecnologías de la información y la comunicación, impacto ambiental, seguridad industrial y formación de clústeres. Este análisis permite identificar aquellos aspectos que aún no han sido estudiados en el sector minero.

Para el desarrollo del artículo se aplicó el método de análisis-síntesis, con el fin de analizar los aportes de los autores incluidos en el documento. Las fuentes de información consistieron en 25 artículos publicados en las bases de datos científicas Scielo, Redalyc, Dialnet, con el fin de asegurar confiabilidad en la información analizada. El proceso de análisis tuvo en cuenta indicadores de causalidad, tendencia, regularidad interna y contrarios dialécticos, los cuales permitieron evidenciar como la información requerida para la toma de decisiones de los propietarios mineros está enfocada principalmente a la reducción de costos operacionales y aunque saben que los temas de Seguridad Industrial y Ambiente son importantes no las consideran una prioridad.

PALABRAS CLAVE: Minería, Proceso Minero, Toma de decisiones, Costos.

ABSTRACT

This paper presents a review of the variables that influence the coal mining process, consisting of activities such as exploration, exploitation, production or processing and marketing. The purpose of this document is to define the variables with the greatest impact on the mining process making decisions directly affect the operating costs and the availability of such information, such as the process of drilling and blasting, the use of information technology and communication, environmental impact, safety and cluster formation. This analysis identifies those aspects that have not yet been studied in the mining sector.

For the development of the item analysis-synthesis method, in order to analyze the contributions of the authors included in the document are applied. Data sources consisted of 25 articles published in scientific databases Scielo, Redalyc, Dialnet, in order to ensure reliability of the information analyzed. The process of analysis took into account indicators of causality, trend, internal consistency and opponents dialectic, which allowed evidence as information required for decision-making of the mine owners is mainly focused on reducing operational costs and although they know the issues of Industrial Safety and Environment are important not consider a priority.

KEYWORDS: Coal Mining Process Mining, Decision Making, Cost.

I. INTRODUCCIÓN

La minería de carbón es una actividad importante en la economía nacional, en los últimos años el nivel de explotación y las exportaciones han ido en ascenso; actualmente, está siendo impulsada por las políticas gubernamentales como parte de la locomotora económica. Esta situación hace necesario el estudio de la toma de decisiones que realizan los empresarios para el desarrollo del proceso minero.

El sector minero no siempre es visto con aceptación, a pesar de que aporta grandes beneficios a la economía nacional. Esta situación se da en parte por el impacto ambiental que

genera y las difíciles condiciones en las que se desarrolla la labor minera que afectan directamente a los trabajadores, igualmente se conoce que la toma de decisiones en el sector está enfocada al mejoramiento del nivel de explotación del carbón y no siempre a la disminución de las consecuencias y efectos que acarrea el desarrollo de la labor minera.

Para tomar decisiones que incluyan mejores condiciones del ambiente de trabajo y el entorno asegurando el incremento del nivel de explotación minera, se requiere contar con información actualizada de las actividades que hacen

parte del proceso minero, de tal forma que se genere una reducción en el costo de explotación y un incremento en las utilidades de la empresa de explotación minera. Por tanto el objetivo de este documento es la determinación de las variables de mayor impacto en la toma de decisiones del sector minero.

Inicialmente se presenta la situación problemática relacionada con el proceso minero para la extracción de carbón, acompañada por la conceptualización de las variables que se relacionan con el proceso de toma de decisiones, posteriormente se presenta el desarrollo del estado del arte que permite el análisis del proceso de perforación y voladura, uso de las tecnologías de la información y la comunicación, impacto ambiental, seguridad industrial y la creación del clúster minero.

II. DESARROLLO

A. TOMA DE DECISIONES EN MINERÍA DE CARBÓN EN COLOMBIA

Las pequeñas empresas mineras de carbón en Colombia, no cuentan con una herramienta para la toma de decisiones que les permita analizar de manera integral las variables inmersas en el proceso minero, que está constituido por la exploración, explotación, producción o beneficio y el transporte y que a su vez ayuden al mejoramiento de la eficiencia del proceso minero de extracción subterránea.

Se cuenta con información del proceso de toma de decisiones en aspectos parciales como la comercialización, sin embargo aspectos como la ausencia o el grado de mecanización, la mano de obra, los bajos niveles de productividad y eficiencia en la explotación y procesamiento del mineral, los bajos salarios e ingresos, la ilegalidad por ausencia de título minero, la ausencia de seguridad social para los trabajadores, el reducido nivel de seguridad industrial, el impacto ambiental, la falta de capital de trabajo y de recursos financieros para la inversión, son una muestra de que el proceso de toma de decisiones no incluye todas las variables.

En cuanto a la comercialización, se tiene que el volumen de los pedidos de carbón generados por el mercado internacional exige a los proveedores, ya sean propietarios mineros o intermediarios, tomar acciones para obtener gran capacidad logística y financiera que les permita reunir la cantidad y calidad del carbón requerido para atender el mercado. Esto incluye inversión en centros de acopio, beneficio para el lavado y transformación, al igual que en laboratorios de análisis físico químico, que implican un alto costo.

Una razón para que algunas empresas mineras de carbón no mantengan contratos de exportación en el mediano y largo plazo se da por la insuficiente capacidad para atender las exigencias del mercado, causada por la manera de estimar la capacidad de explotación minera y por el nivel de inversión requerido, directamente relacionados con el nivel académico del propietario así como el tipo de mina; en el interior del país por ejemplo se destaca la minería artesanal generalmente ilegal, pequeña minería y en algunas ocasiones la mediana minería.

Por otra parte, la infraestructura necesaria para cumplir los pedidos y los requerimientos del mercado la poseen actualmente en el interior del país las empresas coquizadoras, cooperativas de carboneros y compañías comercializadoras como Colcarbón, Prointercoal, MILPA, Interamerican Coal, Carbocoque, Suminexport, Inducoque, Procarbón y Carboexco.

Según la forma de organización de las empresas mineras, se tiene que los mineros ilegales venden su producción a intermediarios únicamente; aquellos que se han legalizado están logrando vender directamente a grandes empresas como Carbocoque y MILPA. Sin embargo las empresas compradoras han establecidos altos estándares de calidad para el carbón, que en ocasiones los pequeños mineros no alcanzan a cumplir, motivo por el cual prefieren mantenerse comercializando a través de intermediarios (Federarrollo, 2011).

En el caso de la pequeña minería, estos mineros venden su producción a empresas como Carbocoque, Paz del Río, Camco y MILPA, incluyendo en el compromiso comercial la entrega del producto en los patios de los clientes y viendo afectados sus ingresos y su liquidez porque las empresas compradoras, realizan pagos cada quince días y descuentan el porcentaje de las regalías a ser consignado. Los mineros de menor tamaño de este grupo venden también parte de su producción a intermediarios que pagan más rápido que las grandes empresas y que lo hacen efectivo cuando el minero lo requiere y ocasionalmente venden el carbón a comercializadoras internacionales.

Sin embargo en la mediana minería, se observa que este tipo de mineros se caracterizan por comprar a otros productores, más carbón del que explotan ellos mismos, con la intención de reunir mayores volúmenes para la venta. Adicionalmente, están enfocados en vender carbón seleccionado y de mayor calidad, buscando cumplir con especificaciones del mercado externo y mejorar así sus ganancias.

Adicionalmente a esto, se tiene la percepción de que los propietarios de las empresas mineras artesanales, pequeñas especialmente desconocen los programas creados por el gobierno nacional para incentivar las exportaciones, así como los beneficios de los tratados comerciales vigentes y muchos de ellos no muestran interés en hacer parte de una cadena productiva, situación que los pone en desventaja frente a los grandes empresarios.

Otro factor es la falta de conciencia en pertenecer a una cadena productiva. En recursos humanos, se presentan prácticas inadecuadas en cuanto a selección y contratación de personal tanto a nivel de conocimiento como de experiencias.

En el tema financiero los procesos son inadecuados, dado que los empresarios no tienen en cuenta el manejo de herramientas financieras para hacer planeación y tomar decisiones acertadas, sino que lo hacen por cumplimiento fiscal. Predomina en el sector minero de pequeña escala la solicitud el endeudamiento de corto plazo. En cuanto a la generación de utilidades estos pequeños y medianos empresarios desean utilidades inmediatas, esta situación incide fuertemente en la baja o nula inversión en investigación, lo cual ha limitado el desarrollo empresarial (Forestieri & Cano, 2009).

La situación expuesta muestra algunas de las dificultades que afronta el propietario minero; sin embargo, la disminución en el número de pedidos de carbón realizados por empresas extranjeras y ocasionada por la oferta generada en países productores de carbón con procesos más tecnificados de producción y mejores medios de transporte como Estados Unidos, afecta mucho más el proceso de toma de decisiones para incrementar el ingreso y afecta la subsistencia de las empresas mineras, influyendo negativamente en el nivel de ingreso.

Por tanto se requiere analizar como es el proceso de toma de decisiones en la pequeña minería de carbón, no solo en el ámbito de comercialización sino también en lo relacionado con el proceso de explotación, producción o beneficio y transporte, con el fin de identificar las variables que causan mayor impacto en la generación de ingresos de estas empresas.

B. TOMA DE DECISIONES

El proceso de toma de decisiones es considerado un proceso necesario e importante por las empresas del sector de explotación minera de carbón, en la mayoría de los casos lo que busca este proceso es incrementar los ingresos de las empresas. Sin embargo, cuando la empresa se ve afectada por entornos políticos, económicos, sociales, culturales y tecnológicos, surge la necesidad de crear planes estratégicos con el fin elegir un camino que permita adaptarse a dicho

entorno y mantenerse en el mercado (Weffer, 2009). Por otra parte el proceso de toma de decisiones no puede estar ligado solo al mercado sino al mejoramiento de las condiciones de exploración, explotación, producción o beneficio y transporte minero, por tanto se hace necesario tener en cuenta, en dicho proceso la generación de capacidades humanas y técnicas para desarrollar procesos más eficientes, seguros y menos contaminantes (Branch, Arango, & Pérez, 2008).

El proceso de toma de decisiones en el sector minero de la pequeña empresa, es similar a los procesos de planeación empresarial de la mayoría de Pymes que es de tipo reactivo, dando respuesta a las exigencias inmediatas del entorno y generando pequeños cambios en productos y servicios. Las decisiones de tipo proactivo como el desarrollo de nuevos productos son escasas (Weffer, 2009), sin embargo dado el auge que viene tomando el sector minero se observa que la tendencia en el corto plazo apunta hacia la integración de múltiples disciplinas, la reorganización y la modernización del sector económico, social y ambiental; esta es una gran oportunidad de mejoramiento de los procesos de planeación minera que en el mediano plazo pueden generar incrementos en el negocio minero (Branch, Jaramillo, & Sepulveda, 2012).

La toma de decisiones teóricamente, debe estar relacionada con el plan estratégico y se puede considerar como una serie de decisiones en secuencia que están ordenadas de manera lógica en aspectos como son: la visión, la misión, las metas estratégicas y los planes de acción (Weffer, 2009). Sin embargo en el sector minero es relevante incluir más que la declaración de la planeación estratégica, aspectos como el método de explotación, estudio de rentabilidad y análisis de riesgo, estudio de impacto ambiental y restauración de terrenos y los métodos de beneficio o tratamiento del mineral (Branch, Jaramillo, & Sepulveda, 2012), que ayuden al sector a enfrentar su transformación frente a los procesos de apertura económica, de competencia y globalización de los mercados (Branch, Arango, & Pérez, 2008), que hacen que este sector presente constante inestabilidad. Desafortunadamente, los empresarios de la pequeña minería y minería artesanal no poseen la cultura de realizar planeación estratégica y sus decisiones son reactivas en la mayoría de los casos.

C. DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES

La disponibilidad de la información minera es reducida posiblemente por el temor existente en aquellos propietarios mineros que actúan en la ilegalidad, sin embargo es de gran utilidad en los procesos de decisión, sobretodo en

aspectos relevantes del proceso de explotación y comercialización minera, tal como lo expone (Gómez, 2011), quien asegura que el proceso minero del carbón, depende de la planeación, ejecución, control y mejoramiento diferentes tipos de actividades logísticas como son aprovisionamiento, exploración, explotación, beneficio, transformación, gestión de almacenes, transporte, distribución y logística inversa.

Por tanto, si se hace uso adecuado de las tecnologías de la información y comunicación se puede aprovechar mucho más el flujo de información existente sobre productos y dinero en cada parte del proceso minero, dado que permiten y facilitan la captura, procesamiento y transmisión de esta información e impacta en la toma de decisiones; permitiendo coordinación con otros actores del proceso minero con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes y generar rentabilidad para los actores de la cadena del carbón (Correa & Gómez, 2009).

La disponibilidad de la información minera relaciona a los propietarios, comercializadores, operadores de transporte y clientes del carbón, de tal forma que apoya la toma de decisiones en la planeación, ejecución, control de las operaciones mineras, recursos, mercado y logística de las empresas del sector, incluyendo la capacitación del personal y capacidad de inversión. Esta disponibilidad puede ser más ágil si se hace uso de la tecnologías de la información y comunicación TIC con el fin de identificar oportunidades que mejoren su productividad, eficiencia y eficacia en las operaciones de explotación minera y operaciones logísticas; sin embargo pueden presentarse altos costos en su implementación que irían en detrimento de la disponibilidad de la información.

El tema de disponibilidad de la información está alineada con la norma ISO 28001, la cual exige que las organizaciones establezcan, evalúen, pero sobretodo que documenten niveles adecuados de seguridad dentro de la cadena de suministro minero internacional, con el fin de facilitar el comercio global (Correa Espinal & Gómez Montoya, 2010). Lo anterior se da a nivel internacional, sin embargo a nivel local se está buscando implementar el uso de recursos como: personas, montacargas, bandas transportadores, Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC) que apoyen la gestión de almacenes y patios de almacenamiento para que se puedan desarrollar operaciones como: recepción, acomodo, almacenaje, preparación de pedidos, despacho y crossdocking (Gómez, 2011) que hagan el proceso más eficiente. Por tanto, la ausencia de información minera especialmente en empresas artesanales y pequeñas se convierte en un riesgo para los empresarios del sector, dado que afecta el proceso de toma de decisiones al no vislumbrar con

claridad, la forma como impactan dichas decisiones a los demás componentes del proceso minero y generando un incremento en los costos.

D. COSTOS GENERADOS POR EL PROCESO MINERO

Actualmente se considera que la minería de carbón en pequeña escala es inviable, es poco tecnificada y en ocasiones está confinada, generando altos costos logísticos especialmente por transporte y a su vez se ve afectada por la competencia con otros combustibles utilizados en consumos industriales (Cadena & Pinzón, 2011). Por esa razón es claro que en la medida en que la empresa minera de carbón extraiga mayor número de toneladas se podrán disminuir los costos de transporte.

Dada esta situación las empresas mineras consideran que no hay que preocuparse por el precio del carbón, si no por controlar los costos, puesto que se prevé que solo sobrevivirán las empresas que tengan un nivel de deudas bajo, y reduzcan los costos de producción (Parra Rozo & Morell, 2009). La reducción de costos debe hacer énfasis no solo en los costos de transporte sino en la reducción de los costos operativos en una empresa minera, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las principales operaciones unitarias de minado como por ejemplo en la perforación y voladura (Jáuregui Aquino, 2011).

Los costos que implica el proceso minero se incrementan por la necesidad de tener trámites de legalización, exigencias de estándares en higiene, seguridad laboral, medio ambiente y calidad HSEQ (Health, Security, Environment, Quality) (Rodríguez & Martín, 2009), dotación de infraestructura, necesidad de acceso a la financiación, capacitación y profesionalización del minero y fortalecimiento institucional del sector sobretodo en el ámbito del transporte de carbón. El costo de transporte genera un gran impacto en el negocio del carbón. Es claro que los países con mayor producción tienen una excelente infraestructura de transporte que les permite tener un precio competitivo, dado por la utilización del ferrocarril que es el medio de transporte más eficiente. Teniendo en cuenta que en la estructura de costos del transporte, las variables que más inciden en el establecimiento de los fletes son: combustibles, mantenimiento y llantas, las cuales a su vez tienen una estrecha relación con aspectos de trazado y mantenimiento de vías (Parra Rozo & Morell, 2009).

Una de las maneras de disminuir los costos del proceso minero está relacionada con la venta directa del carbón a clientes evitando costos adicionales por intermediación. Adicionalmente otra forma de reducción de costos consiste

en implementar un sistema de control y medición exhaustiva de las operaciones y que se sintetizan en la supervisión y capacitación continua en lo concerniente a la aplicación de estándares óptimos de trabajo en las operaciones (Jáuregui Aquino, 2011), de esta manera se disminuyen tiempos ociosos en el proceso minero que sí están bajo el control de la empresa minera y que no dependen de las políticas y el presupuesto estatal.

La minería de carbón es una industria con altos costos de exploración, explotación y producción del material (Parra Rozo & Morell, 2009), que adicionalmente presenta rivalidad entre empresas similares (Rodríguez & Martín, 2009), limitaciones de infraestructura de apoyo y capacidades técnicas, que impiden su asociación exitosa. Adicionalmente, las empresas mineras no siempre cuentan con la información disponible para revisar el nivel de costos en el que incurren y que les pueda facilitar el proceso de toma de decisiones y tampoco se ha logrado consolidar un clúster minero en el que las empresas se asocien buscando la reducción de dichos costos.

De tal forma que se requiere conocer cuáles son las variables más relevantes para la toma de decisiones integrales en las empresas mineras de tipo artesanal y pequeña minería, con el fin de analizar el impacto que sobre los costos alcanzan las decisiones tomadas por el empresario o el propietario minero de carbón.

E. ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA TOMA DE DECISIONES EN EL SECTOR MINERO

La toma de decisiones en el sector minero, especialmente en la minería artesanal y pequeña minería está basada en aspectos empíricos, sin embargo se han hecho esfuerzos por mejorar el análisis de variables que afectan de manera directa e indirecta los costos totales del proceso minero.

Los estudios realizados en temas de minería en los últimos años, tienen como principales objetivos la reducción de costos de operación y transporte, la disminución del impacto ambiental, mejoramiento de productividad, mejoramiento de la seguridad laboral y el incremento de las utilidades, todos los estudios buscan reducir el nivel de costos y afectan los procesos de toma de decisiones en minería, de forma aislada.

Entre los estudios encontrados se tiene que para el proceso de extracción del carbón se aplicó el enfoque de selección del método extractivo de mineral de carbón basado en el análisis de decisiones multicriterio, este enfoque permite reunir gran cantidad de información para generar análisis

profundos en los cuales es posible evaluar la influencia que genera el cambio de los pesos en cada una de las variables inmersas en el proceso de extracción minera para la selección del método de extracción, podría hablarse de análisis de sensibilidad para la escogencia del método que genere menores costos mineros (Romero Gelvez, 2012).

Igualmente se ha encontrado para el proceso de perforación y voladuras, una aproximación que permite mejorar la toma de decisiones a la hora de diseñar estas operaciones en menor tiempo y disminuir el error humano que se tiene por el uso repetitivo de las fórmulas para cálculos de los parámetros involucrados, este diseño aplica en minería de superficie o cielo abierto (Díaz, Guarín, & Builes, 2012). Además para perforaciones y voladuras se encuentra que es más rentable realizar voladuras de frente completo con separación manual, que hacer voladuras selectivas, esto teniendo en cuenta que a mayor producción los costos fijos se recuperan más rápidamente (Rodríguez & Martín, 2009).

Los estudios realizados con el objetivo de mejorar la productividad de los procesos mineros, muestran como estos procesos pueden realizarse teniendo en cuenta una relación de costos, como son el costo real y costo referente (Jiménez & Molina, 2006), que a pesar de estar enfocada a minería de oro vetiforme, permite la aplicación en minería de carbón. El costo real es hallado de acuerdo con mediciones tomadas en campo y el referente con base en las mismas mediciones, pero sujeto a ciertos ajustes que en la práctica son posibles de mejorar, como procedimientos o estándares sostenibles.

Igualmente, para mejorar la productividad minera se maneja el concepto de competencia central, consistente en potenciar factores internos de la empresa y convertir la capacidad y los recursos de una organización en una ventaja sostenible y durable en el tiempo (Peréz, Branch, & Arango, 2009), de tal forma que si la empresa compite con otra en el mismo sistema de valor, pueda obtener rendimientos superiores y ser diferente a las demás.

Las tecnologías de la información y comunicación son fundamentales para la empresa, sin embargo en la industria minera no es usada adecuadamente (Miranda & Sánchez, 2009). Es importante resaltar que la pequeña minería y la minería artesanal carecen de estas tecnologías y eso dificulta la toma de decisiones.

La mejora en los sistemas de información y el uso de tecnologías de información y comunicación TIC, ayudan a mejorar la disponibilidad de la información minera ne-

cesaria para la toma de decisiones, son estrategias económicamente rentables y útiles para la extracción del recurso desde la etapa de exploración hasta la etapa de explotación, ofreciendo datos precisos del día a día y periodos anuales (Franco Sepúlveda & Gallo, 2011).

En el aspecto ambiental las investigaciones realizadas consideran imperante implementar una herramienta para la evaluación de la gestión y la calidad ambiental de proyectos carboníferos, que permita luego del análisis de los resultados, una adecuada planificación ambiental local y una coherente toma de decisiones, así como el correcto planteamiento y selección de acciones correctivas y preventivas de manejo ambiental (Carpio Vega, Angulo Argote, & Rosado Quintero, 2008), dado el alto nivel de impacto ambiental que genera el desarrollo de la labor minera y que afecta las condiciones del suelo, el aire y el agua; sin embargo es preciso tener en cuenta que además de ser un proveedor de contaminantes, el carbón también es una solución a los problemas de contaminación de diferentes procesos industriales (Rincón, 2002).

Frente al tema de seguridad industrial y salud ocupacional en minería es claro que se convierte en una prioridad, teniendo en cuenta que esta actividad está catalogada como riesgo máximo por la legislación colombiana. Las actividades de prevención evitan situaciones que colocan en peligro la vida de los mineros e incluso la seguridad general de la mina, como es el caso de una concentración de gases que llegue a ser explosiva (Restrepo Echeverri, Ríos Cano, & Builes Jiménez, 2012), de tal forma que el uso de un sistema para detectar y controlar el ambiente al interior de la mina de carbón subterránea es una gran solución. La preocupación que representa la acumulación de gas metano en la minería subterránea ha generado estudios que evalúan la posibilidad de extraerlo, para reducir tiempos de parada de los operarios debido a los altos niveles de metano y además asegurar un ambiente adecuado para evitar explosiones (Karacana, Ruiz, Coté, & Phipps, 2011).

Mucho se ha escrito sobre la necesidad de asociar a los propietarios de las minas artesanales y pequeña minería, dado el afán de enfrentar los retos que impone el mercado del mineral de carbón, entonces se requiere establecer asociaciones mineras que disminuyan los costos del proceso minero en clúster, para que esta actividad genere sinergias productivas y competitivas en la región y se potencie la incorporación de valor a este energético (Cadena & Pinzón, 2011). Tanto en Colombia como en Chile, la industria de la minería tiene mucha responsabilidad al no generar encadenamientos (Maggi, 2011), salvo en pocos casos que se dan gracias a la cercanía geográfica, por lo que habitual es que se tenga desarticula-

ción dada por la competencia y rivalidad entre empresas afines, no generándose relaciones mutuamente benéficas de mediano y largo plazo entre proveedores locales con capacidades tecnológicas y las empresas mineras existentes.

Por otra parte, el desarrollo de estudios para disminuir costos en etapas específicas del proceso minero se ha realizado desde diversos enfoques. El uso de metodologías mediante el análisis de decisiones multicriterio, exige revisar gran cantidad de información relacionada con los métodos extractivos que posteriormente fue validada mediante la implementación del sistema en yacimiento de carbón localizado en el costado occidental del “Cerro Tasajero” en Norte de Santander en Colombia (Romero Gelvez, 2012), en tanto que el estudio de perforación y voladuras muestra el uso de un algoritmo diseñado para la operación de perforación y voladuras en menor tiempo y para arrojar los resultados inmediatos que incluye entre las variables de estudio: diámetro del pozo, inclinación de la perforación, densidad del explosivo, densidad de la compresión de la roca, dimensiones de la voladura, sin embargo la correcta interpretación o no de los datos depende directamente de la preparación y facultad que posea la persona a cargo (Díaz, Guarín, & Builes, 2012).

Adicionalmente al proceso de extracción, el uso de las tecnologías de la información y comunicación han impactado al sector del carbón mediante la aplicación de diversos software de planeamiento minero importantes por sus especificaciones pero en la secuencia de sus procesos es diferente, pero la claridad y el fin de cada programa es la estrategia económicamente rentable y útil de la extracción del recurso por medio de los parámetros contenidos desde la etapa de exploración hasta su puesta en marcha en la etapa de explotación con datos precisos del día a día y periodos anuales (Franco Sepúlveda & Gallo, 2011). El poco uso de las tecnologías de la información y comunicación esta por parte de empresas proveedoras del sector minero, se convierten en una dificultad a la hora de tomar decisiones que impacten los costos de explotación minera (Miranda & Sánchez, 2009).

El control de impacto ambiental producido por la minería puede controlarse a través de indicadores de gestión diseñados en los procesos de Gestión y de Calidad Ambiental para Proyectos de Minería de Carbón en Colombia (Sigeba), que se considera una herramienta para la evaluación de la gestión y la calidad ambiental de proyectos carboníferos, permitiendo una adecuada planificación ambiental local y una coherente toma de decisiones, así como el correcto planteamiento y selección de acciones correctivas y preventivas de manejo ambiental (Carpio Vega, Angulo

Argote, & Rosado Quintero, 2008). Por otra parte el control del impacto ambiental del carbón puede realizarse a través del estudio de las reacciones químicas que se generan en el proceso de explotación y de beneficio y que causan daños al ambiente destacando aspectos como: limpieza del aire y la purificación del agua (Rincón, 2002).

Adicionalmente, se evidencia que a pesar de que la mayoría de los estudios están enfocados en el tema de prevención de explosiones por acumulación de gas metano, se encuentran también estudios de salud ocupacional, que buscan prevenir enfermedades ocupacionales específicamente en trabajadores de minas subterráneas con la generación de un programa de vigilancia y monitoreo de los riesgos laborales en la minería del carbón y el impacto de las medidas preventivas que se puedan implementar en el futuro (Ospina, Manrique, & Guío, 2010).

Con el fin de disminuir los costos que se generan en minería se encuentra la propuesta de generación de Clúster en el sector minero, esta propuesta intenta mejorar la efectividad de las decisiones tomadas y generar alianzas en empresas que permitan identificar necesidades de apoyo y asesoría técnica, comercial, financiera, jurídica y gerencial, capacitación en nuevas tecnologías para información de precios y mercados, asegurando que las empresas cumplan con las afiliaciones de ley a la seguridad social y que cuenten con certificaciones de estándares HSE (Cadena & Pinzón, 2011). En el caso de la creación de clúster en Chile la propuesta no está en generar sinergias solo con empresas afines, sino que se busca apuntarle a la creación de alianzas con universidades y empresas de alta tecnología que permitan avances significativos en el proceso minero (Maggi, 2011).

Se han evidenciado las características más estudiadas del proceso minero que afectan en gran medida la toma de decisiones, sin embargo es evidente que se ha estudiado cada característica de manera separada y no se tiene registro de la realización de un estudio que logre vincular la mayoría de aspectos que deben tenerse en cuenta en el proceso de decisión, dado que afectan los costos de explotación minera de manera directa. Adicionalmente no se encontró evidencia del estudio de los costos generados por los procesos de producción o beneficio del carbón, ya que este es un proceso anterior al proceso de comercialización y que pueden incrementar los costos de transporte.

Se puede determinar que las variables que más afectan la toma de decisiones están enfocadas a la generación de ingresos en el proceso minero, hasta el punto que estas variables han desarrollados algoritmos que maximicen la can-

tidad de carbón a explotar de la manera más económica posible, sin embargo el estudio del impacto minero y la seguridad industrial se han desarrollado solo por la normatividad vigente que obliga al propietario minero a desarrollar actividades en estos temas.

III. CONCLUSIONES

Se reconocieron las variables de mayor importancia en el tema de minería de carbón, evidenciando que los estudios se han realizado en su mayoría hacia minería de oro y de carbón.

Los estudios de minería están enfocados en su mayoría en el proceso de exploración y explotación minera, considerando varios métodos para el diseño y la planificación del proceso de explotación.

Las actividades que más se ha estudiado son la perforación y la voladura, sin embargo son muy pocos los estudios en temas de generación de estándares de explotación minera, razón por la cual el tema se maneja solo por datos históricos.

Se ha resaltado la importancia de que los empresarios mineros implementen el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación TIC de tal forma que se convierta en una herramienta imprescindible para la toma de decisiones.

Se ha resaltado el hecho de que las pequeñas empresas mineras y la minería artesanal tomen decisiones a corto plazo, dada la poca disponibilidad de información de sus labores mineras.

La generación de clústeres mineros resulta ser una solución apropiada para el fortalecimiento de las empresas mineras, que actualmente afrontan solas el costo del proceso de explotación y el transporte del carbón.

Se evidencia que los estudios en el tema de seguridad industrial y de impacto ambiental son importantes para los propietarios mineros, sin embargo, hay dificultades para que ellos lo pongan en práctica.

No se encontraron estudios en idioma español que reflejen la posibilidad de darle valor al carbón de una manera diferente a la producción de coque.

En los estudios realizados no se ha implementado la modelación con dinámica de sistemas, de tal forma que sean tenidas en cuenta todas las variables que hacen parte del

proceso minero de manera integral y no por partes como hasta ahora se ha venido trabajando.

El objetivo principal de los estudios está enfocado en la disminución de costos operacionales principalmente.

REFERENCIAS

- BRANCH, J., ARANGO, M., & PÉREZ, G. (2008). *Moderización del sector minero Colombiano: Identificación de oportunidades desde un enfoque sistemático*. Boletín Ciencias de la Tierra.
- BRANCH, J., JARAMILLO, G., & SEPULVEDA, G. (2012). *El planeamiento minero en Colombia: hacia lo estocástico*. Revista Dyna, 18.
- CADENA, A., & PINZÓN, W. (2011). Clusters minero energéticos en Colombia: Desarrollo, hallazgos y propuestas. *Revista de Ingeniería*, 49 - 60.
- CARPIO VEGA, E. D., ANGULO ARGOTE, L. C., & ROSADO QUINTERO, L. J. (2008). *Diseño de un sistema de indicadores ambientales para minería de carbón en Colombia - caso minas del departamento del Cesar, Colombia*. Revista científica Prospectiva, 11 - 17.
- CORREA ESPINAL, A., & GÓMEZ MONTOYA, R. A. (2010). *Seguridad en la cadena de suministro basada en la norma ISO 28001 para el sector carbón, como estrategia para su competitividad*. Boletín de Ciencias de la Tierra.
- CORREA, A., & GÓMEZ, R. (2009). *Análisis de oportunidades de implementación de tecnologías de la información y comunicaciones (tic's) logísticas en la cadena de suministro del oro en el Tolima*. Boletín de Ciencias de la Tierra.
- DIÁZ, J. C., GUARÍN, M., & BUILES, J. (2012). *Ánalisis y diseño de la operación de perforación y voladuras en minería de superficie empleando el enfoque de la programación estructurada*. Boletín Ciencias de la Tierra, 15-22.
- FEDESARROLLO. (2011). *Pequeña y mediana minería de carbón del interior del país: alternativa de comercialización y financiación a partir de la conformación de alianzas estratégicas*. Bogotá: Centro de investigación económica y social.
- FORESTIERI, L., & CANO, E. (2009). *Identificación de los determinantes económicos del nivel de ingreso y calidad de vida de los productores de carbón en Tausa Cundinamarca desde 2001-2005*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- FRANCO SEPÚLVEDA, G., & GALLO, A. (2011). *Modelo de bloques para un yacimiento de sulfuros masivos utilizando el software Minesight*. Boletín Ciencias de la Tierra, 29-38.
- GOMEZ, R. (2011). *Ánalisis de implementación de sistemas de bandas transportadoras en patios de almacénamiento de empresas de minería de carbón con simulación discreta y diseño de experimentos*. Boletín ciencias de la tierra.
- JÁUREGUI AQUINO, O. A. (2011). *Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura*. Lima: Pontificia universidad católica del Perú.
- JIMÉNEZ, I., & MOLINA, J. (2006). *Propuesta de medición de la productividad en minería de oro vetiforme y reconocimiento de estandares productivos sostenibles*. Boletín ciencias de la tierra, 73-85.
- KARACAN A, Ö., RUIZ, F. A., COTÉ, M., & PHIPPS, S. C. (2011). *Metano de las minas de carbón: una revisión de la captura y las prácticas de utilización con beneficios para seguridad minera y para la reducción de gases de efecto invernadero*. International Journal of Coal Geology, 121-156.
- MAGGI, C. E. (2011). *Innovación en la industria minera: Estrategias empresariales y de política pública recientes en Chile*. Revista de Ingeniería, 67-74.
- MIRANDA, M., & SÁNCHEZ, A. (2009). *Alcanzando el Éxito a través de la Sinergia entre las Tecnologías de la Información y la Cadena de Valor: El Caso de las PYME en el Cluster Minero de Antofagasta*. Journal of technology management & innovation, 114-124.
- OSPINA, J. M., MANRIQUE, F., & GUÍO, J. (2010). *Salud y trabajo: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia*. Avances en enfermería, 107-115.

PARRA ROZO, D., & MORELL, M. (2009). *Plan Logístico para la Mina de Rondón Boyacá, de la Empresa Carboandes S.A.* Bogotá: Pontifica Universidad Javeriana.

PERÉZ, G., BRANCH, J., & ARANGO, M. (2009). *El sector minero del noreste antioqueño: Una mirada a la luz de la teoría de las capacidades y los recursos.* Boletín Ciencias de la Tierra, 111-120.

RESTREPO ECHEVERRI, D., RÍOS CANO, S. H., & BUILLES JIMÉNEZ, J. A. (2012). *Detección y control de atmósferas explosivas en minas subterráneas de carbón usando programación estructurada. Revisa educación en ingeniería.*

RINCÓN, J. (2002). *El carbón y su problemática ambiental.* Revista Académica Colombiana de Ciencias, 271-278.

RODRÍGUEZ, A., & MARTÍN, J. (2009). *Extracción selectiva de minería aurífera.* Boletín Ciencias de la Tierra, 7 - 18.

ROMERO GELVEZ, J. I. (2012). *Selección de métodos extractivos y su impacto en la productividad minera – estudio de caso en laminería de carbón colombiana.* Bogotá: Universidad Nacional.

WEFFER, R. V. (2009). *Formulación de estrategias en empresas de manufactura, distribución eléctrica y minería Formulación de estrategias en empresas de manufactura, distribución eléctrica y minería.* Revista Venezolana de Gerencia.

AUTORES

Ruth Milena Suárez Castro está con La Fundación Universitaria Horizonte, Bogotá, Colombia, (**e-mail:** dirección.seguridad@insutec.edu.co)

Recibido en junio 3 de 2014. Recibido con correcciones en junio 24 de 2014. Publicado en diciembre 30 de 2014.

Citar este artículo como:
SUÁREZ, R. M. (2014). Análisis documental del proceso para la toma de decisiones en minería de carbón en Colombia. Revista TECKNE, vol. 12, n. 1, p.74.

ÍNDICE DE AUTORES

**LISTADO ALFABÉTICO DE LOS AUTORES QUE HAN PUBLICADO
EN LA REVISTA TECKNE VOLUMEN 12, NÚMEROS 1 DE 2014.**

VOLUMEN 12, NÚMERO 1**PÁG.**

BARRERA SILVA, NUBIA EDILMA	57
CANO, JOSÉ ALEJANDRO	34
ESTÉVEZ CARVAJAL, YMMY S.	8
ESTEBAN VILLAMIZAR, LUIS ALBERTO	8
GÓMEZ, RODRIGO ANDRÉS	34
GÓMEZ RODRÍGUEZ, DUSTIN TAHISIN	48
ROJAS VELÁSQUEZ, WILLIAM EDUARDO	48
ROJAS, W. M.	20
SÁNCHEZ, M.	20
SUÁREZ CASTRO, RUTH MILENA	66
TANGARIFE, LUIS OMAR	20
ZULUAGA, ABDUL	34



/fundacionunihorizonte



@UniHorizonte

P.B.X: 743 7270
Calle 69 No 14 - 30 - Bogotá Colombia

www.unihorizonte.edu.co