



UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Revista Científica

Numero 28
enero-abril de 2017

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ciencias y Educación

ISSN 0124-2253
e-ISSN 2344-2350

Rector

Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (E)

Vicerrector académico

Dr. Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez

Director Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico

Dr. Nelson Libardo Forero Chacón



Centro de
**INVESTIGACIONES Y
DESARROLLO CIENTÍFICO**

EDITORIA

Dra. Adriana Patricia Gallego Torres

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Tania Pérez Bustos
Universidad Nacional de Colombia (Colombia)

Dra. Johanna Camacho González
Universidad de Chile (Chile)

Dr. Rubén González Crespo
Universidad Pontificia de Salamanca (España)

Dr. Luis Fernando Martínez Arcade
Ecole nationale d'Ingénieurs de Tarbes (Francia)

Mg. Edwin Millán Rojas
Universidad de la Amazonia (Colombia)

Dr. Jaime Duvan Reyes Roncancio
Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Agustín Aduriz Bravo
Universidad Autónoma de Buenos Aires (Argentina)

Dr. Charbel Nino El Hani
Universidade Federal da Bahia (Brasil)

Dra. Amparo Vílchez
Universidad de Valencia (España)

Dr. Mario Quintanilla Gatica
Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile)

Graciela Utges
Universidad de Rosario (Argentina)

Dr. Marco Antonio Moreira
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)

COMITÉ TÉCNICO

Ingri Gisela Camacho Triana
Gestor Editorial

David Mauricio Valero Gonzalez
Diagramación y Fotografía portada

Fabián Gullavan
Corrector de Estilo

Editorial UD
Impresión

NATURALEZA REVISTA CIENTÍFICA

Periodicidad

La Revista Científica tiene una periodicidad cuatrimestral, los números circulan los meses de enero, mayo y septiembre.

Misión y naturaleza

La Revista Científica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, es auspiciada por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico, la revista publica artículos científicos, revisados por pares, cubriendo todos los aspectos de la ingeniería, la ciencia y la educación en ciencias naturales. Nuestro objetivo es difundir investigaciones originales, útiles y relevantes que presenten nuevos conocimientos sobre aspectos teóricos o prácticos y de las metodologías y métodos usados en las ciencias naturales, la educación científica y la ingeniería.

Indexación

La Revista Científica esta indexada en PUBLINDEX CATEGORIA B (Sistema Nacional de Indexación de Revistas Científicas Colombianas), en Latindex (Directorio de Publicaciones Científicas de América Latina), REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico), Actualidad Iberoamericana, DOAJ y Academic Journal Database, Periodica, Clase, Google Scholar, Sherpa/Romeo, Fuente Academica Premier Plus (EBSCO), Dulcinea, ERIH PLUS (The European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences), Journal TOCS, Dialnet, MIAR, BASE, NEBIS (recherche Zürich), CIRC CC3METRICS, State Library, worldcat. **MASTER JOURNAL LIST** (THOMSON REUTERS), EMERGING SOURCES CITATION INDEX, Open Academic Journals Index (OAJI).

Forma de adquisición

Suscripción

Dirección postal

Carrera 7 # 40-53, piso 3, Bogotá, Colombia

Correo electrónico:

revcientifica-cidc@correo.udistrital.edu.co

Página web:

<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/index>

CONTENIDO

EDITORIAL

- Cientificidad de la educación en ciencias 5
Adriana Patricia Gallego Torres, Roberto Figueroa Molina

EDUCACIÓN CIENTÍFICA

- Producción de contenidos transmedia, una estrategia innovadora 6-16
Claudia Saavedra Bautista, William Oswaldo Cuervo Gómez, Iván Darío Mejía Ortega
- Aprender a investigar investigando. Realización de una propuesta de formación 17-32
Brigitte Johana Sánchez Robayo, José Torres Duarte
- Diseño y evaluación de una estrategia didáctica para enseñar a preguntar 33-41
José Antonio Chamizo Guerrero, Griselda Ríos López
- Esquema de Metadatos para Contenidos Educativos de VoD: Un Enfoque Basado en Competencias Educativas 42-59
David Mauricio Guzmán Delgado, Johnny Andres Chinchajoa Taimal, Diego Fabián Duran Dorado, Gabriel Elías Chanchí Golondrino, Jose Luis Arciniegas Herrera
- Consideraciones para un Programa de Desarrollo Profesional que orienta al profesor a re-conceptualizar su enseñanza 60-71
Eduardo Ravanal

CIENCIA E INGENIERÍA

- Respuesta de temperatura y humedad relativa en el proceso de curación y secado de tabaco Burley 72-83
Édilson Daniel Gomez Herrera, Milton J. Muñoz Neira, Luis Alfonso Peñaranda
- Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo 84-98
Javier Arturo Orjuela Castro, Oscar Javier Díaz Ríos, Angelo Yoed Gonzalez Perez



CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

La educación en ciencias, dado su estatus epistemológico se ha reconocido su carácter científico, debido fundamentalmente a que cumple con los criterios establecidos desde los planteamientos de Kuhn y de la sociología de las ciencias sobre la científicidad de una disciplina. Estos criterios incluyen los planteamientos históricos, filosóficos y epistemológicos, que la definen como ciencia. En este sentido, la educación científica, tal y como se entiende hoy en día, tiene una visión de entender al mundo desde diferentes enfoques que posibiliten a los estudiantes, los docentes, las instituciones y las políticas públicas una relación con el medio que los rodea. Como toda ciencia ha desarrollado diferentes campos de investigación, entre lo que se destaca su función social, por tal razón, la formación científica ciudadana, es uno de ellos, lo que implica que existan escenarios sociales bien diferenciados a partir de los cuales se organizan y desarrollan acciones orientadas a la formación en ciencias naturales a todos los ciudadanos. Estos tipos de formación se han concebido desde hace un par de décadas como derechos fundamentales de todos los ciudadanos. Lo cual ha llevado a plantear la formación científica basada en problemas asociados al aprendizaje científico, con el objetivo de responder a las necesidades derivadas del mundo digital en el que vivimos.

Así mismo, la científicidad de la educación en ciencias, ha supuesto planteamientos y enfoques distintos a la hora de resolver los problemas, lo que supuso alejarse de las metodologías clásicas de la concepción heredada de ciencia, para asimilar que las investigaciones derivadas de los problemas de la formación científica tienen la misma validez, que las investigaciones en física de partículas o los desarrollos en ingenierías. Esta perspectiva ha supuesto un esfuerzo enorme de los diferentes actores para que poder asumir una visión crítica y reflexiva sobre esta nueva forma de entender la educación científica y las ciencias de la naturaleza. Teniendo en cuenta estos principios la Revista Científica, ha venido publicando productos de investigaciones en Ciencia, Ingeniería Educación Científica, en coherencia con nuestra postura epistémica sobre las ciencias de la naturaleza y el componente científico de las mismas.

En este orden de ideas les presentamos el primer número del 2017 con la intención de contribuir a uno de los principios de la científicidad de las ciencias que corresponde a la construcción de comunidades académicas.

PhD Adriana Patricia Gallego
Editora

PhD Roberto Figueroa Molina
Comité Editorial



Producción de contenidos transmedia, una estrategia innovadora

Transmedia content production, an innovative strategy

Transmedia produção de conteúdo, uma estratégia inovadora

Claudia Esperanza Saavedra-Bautista¹

William Oswaldo Cuervo-Gómez²

Iván Darío Mejía-Ortega³

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Saavedra-Bautista, C.E.; Cuervo-Gómez, W, O.; y Mejía-Ortega, I.D. (2017). Producción de contenidos transmedia, una estrategia innovadora. *Revista Científica*, 28, 6-16. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a1](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a1)

Resumen

El escrito presenta una revisión de la literatura sobre el estado del arte de la transmedia y su aplicación en diferentes escenarios. Esta revisión se realiza como punto de partida para el desarrollo del proyecto Prácticas de inteligencia colectiva para la construcción de narrativas transmedia, cuyo objetivo es determinar estrategias de inteligencia colectiva para la generación de narrativas transmedia. Se indaga sobre tácticas de producción transmedia y procesos colaborativos que surgen dentro de su elaboración. Así mismo, se exponen experiencias exitosas que apuestan por la incursión de esta novedosa práctica en la educación. Se concluye que tendencias como la producción transmedia se han convertido en un fenómeno social que surge en medio de la convergencia digital, ofreciendo oportunidades de ver y repensar la realidad, a través de la escritura creativa y colaborativa, involucrando diversos y novedosos formatos de producción de contenidos que diversifican los relatos y permiten la participación e interacción de múltiples medios análogos y digitales.

Palabras Clave: crossmedia, multimedia, narrativa, storytelling transmedia.

Abstract

The paper presents a literature review on the state of the art of transmedia and its application in different scenarios. This review is carried out as a starting point for the development of the project "collective intelligence practices for building transmedia narratives", which aims to determine strategies for generating collective intelligence of transmedia narratives. It explores tactics transmedia production and collaborative processes that arise within its development. Also, successful experiences that are committed to the incursion of this new practice in education are discussed. It is concluded that as the transmedia production trends have become a social phenomenon that comes amid digital convergence, offering opportunities to see and rethink reality through creative and collaborative writing; involving various formats and new content production, diversifying stories and enable participation and interaction of multiple analog and digital media.

¹. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Contacto: claudia.saavedra@uptc.edu.co

². Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Contacto: wilycu@gmail.com

³. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. Contacto: ivan.mejia@uptc.edu.co

Keywords: Crossmedia, multimedia, narrative, storytelling, transmedia.

Resumo

O artigo apresenta uma revisão da literatura sobre o estado da arte de transmedia e sua aplicação em diferentes cenários. Esta avaliação é realizada como um ponto de partida para o desenvolvimento do projeto "práticas de inteligência coletiva para a construção de narrativas transmídia", que visa determinar as estratégias para a geração de inteligência coletiva de narrativas transmídia. Ele explora a produção de táticas transmedia e processos colaborativos que surgem dentro de seu desenvolvimento. Além disso, as experiências bem sucedidas que estão comprometidos com a incursão de esta nova prática na educação são discutidos. Conclui-se que, como o transmedia tendências de produção tornaram-se um fenômeno social que ocorre em meio a convergência digital, oferecendo oportunidades para ver e repensar a realidade através de escrita criativa e colaborativa; envolvendo vários formatos e nova produção de conteúdo, histórias diversificação e permitir a participação ea interação de múltiplos meios analógicos e digitais.

Palavras chave: crossmedia, multimídia, narrativa, narração de histórias, transmedia.

Introducción

Teniendo en cuenta la irrupción de andamiajes tecnológicos aplicables a diferentes escenarios, se hace necesario que en el campo educativo se fortalezca el uso de los medios digitales orientados a la enseñanza y el aprendizaje, para que estos aporten al desarrollo de los estándares pedagógicos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional.

Los jóvenes disfrutan de las redes sociales, videojuegos, dispositivos móviles, cine, televisión, uso de la segunda pantalla y tendencias de aprendizaje como la *gamificación*, lo cual ha llevado a desarrollar una nueva oralidad electrónica que va más allá de la expresión convencional. Por lo que

resulta valioso aprovechar los hábitos de los nativos digitales, para proponer estrategias de aprendizaje transmedia que fomenten procesos de escritura creativa, convirtiendo al estudiante en un agente dinámico prosumidor, es decir, pasar de consumidor pasivo a productor activo de contenidos.

Además, se reconoce el aporte en los procesos educativos de las narrativas transmedia construidas mediante procesos de inteligencia colectiva, ya que la llegada de nuevos formatos maximiza los medios de transmisión para la difusión de la información. Esta tendencia sugiere que en la medida en que se haga partícipe al estudiante en la construcción de narrativas se aprovechan los procesos de cocreación y se pone a prueba la intercreatividad⁴ (fusión de interacción y creatividad que puede dar cabida a novedosas propuestas transmedia con fines educativos).

Por lo anterior, este artículo se orienta hacia la construcción de una base teórica de las narrativas transmedia, su aplicación en contextos educativos y sus diferencias con otros procesos de construcción que surgen en la era actual como: crossmedia, hipermedia y narración interactiva.

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se realizó la revisión de literatura en las bibliotecas digitales IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar, utilizando el gestor de referencias Mendeley con el fin de identificar, evaluar y analizar los principales conceptos, definiciones y corrientes investigativas en esta disciplina. También fue importante la discusión entre los integrantes del grupo de investigación sobre los hallazgos conceptuales en torno al tema objeto de estudio.

Desarrollo

La aparición de nuevos repertorios tecnológicos ha producido cambios significativos en el lenguaje

⁴ Tim Berners-Lee propone el término intercreatividad.

y en el ecosistema de medios, conduciendo a la exploración de nuevas estrategias de producción de contenidos que atiendan a la creatividad de las audiencias y que hoy se conocen como transmedia. Esta estrategia emerge en un contexto hipermediático y le apuesta a la expansión de relatos a través de diversos medios. Es así que las narrativas transmedia se conciben como una narración que se expande por diferentes sistemas de significación como el verbal, icónico, audiovisual e interactivo. También a través del cine, el cómic, la televisión, los videojuegos, el teatro y demás. Se plantea así la necesidad de superar el formato “monomedia” para empezar a pensar en formato transmedia (Scolari, 2013).

Storytellings otra forma de referenciar las narrativas transmedia. Esta tendencia toma fuerza a finales de la década de 1990 (Jenkins, 2003; citado en Calvo, 2013). Dentro de las producciones transmedia más destacadas se puede mencionar la película *StarWars* en la década de 1970, que con un despliegue de medios y formatos expande el relato de la saga. Así mismo, películas como *Matrix* o *Harry Potter* son otros ejemplos que permiten ilustrar el efecto dinámico del campo de la transmedia. Estas experiencias narrativas tienen su más directo antecesor en la adaptación cinematográfica de textos literarios (Words, 2001), aunque Belsunces (2011) señala que existen multitud de transmedias sin ficción. Para Andy Cameron (1998), desde el inicio de sus tiempos el ser humano ha contado historias y es por ello que tiene la facultad de transmitir las representando todo lo que la imaginación le permite, dando identidad a la existencia y evidenciando la manera en que cada cultura se percibe a sí misma y al mundo.

Según Jenkins (2006), los precursores del fenómeno transmedia son “relatos interrelacionados que están desarrollados en múltiples plataformas, pero que guardan independencia narrativa y sentido completo”. De igual forma, afirma que para entender el movimiento transmedia se debe hacer desde una mirada de la convergencia mediática, donde:

El flujo de contenido a través de múltiples plataformas mediáticas, la cooperación entre múltiples industrias mediáticas y el comportamiento migratorio de las audiencias mediáticas, dispuestas a ir casi a cualquier parte en busca del tipo deseado de experiencias de entretenimiento. (Jenkins, 2008, p. 14)

La transmedia ha abierto escenarios en los cuales el usuario sufre cambios en su actuar, pasando de ser una persona pasiva a ser activa y participativa, contribuyendo en la creación de una historia, denominándose así un usuario prosumidor (Scolari, 2013). El fenómeno transmedia debe entenderse como un tipo de producción cultural o discurso donde el relato se expande a varios medios y plataformas y los “usuarios” participan en esa expansión.

Dena (2009) propone abandonar las historias lineales para brindar más posibilidades a los públicos mediante la interactividad. Los temas transmedia no se consumen sino que permiten al prosumidor interactuar con ellos para aprender y vivir una experiencia. Remírez (2012) refiere que es imposible la transmedia individual.

Respecto a la ambigüedad que puede ocasionar el vocablo transmedia, la investigación de Mora (2014), Acercamiento al problema terminológico de la narratividad transmedia, indica las diferentes perspectivas teóricas que han examinado este fenómeno, resaltando la existencia de varios campos de investigación que, a pesar de su común interés por lo transmedial, parecen a veces ignorarse unos a otros, utilizando su propio léxico.

Las teorías de la adaptación cinematográfica, la literatura comparada o las producciones multimediales ofrecen sus opiniones separadas dirigidas a analizar las formas, funciones, efectos y estructura de las experiencias transmedia, las cuales pretenden darle al concepto la importancia que merece. El ideal de la narración transmedia es aprovechar lo mejor de cada medio para que de una historia se pueda producir una película, una serie de televisión, novelas y hasta cómics; es un universo que puede propagarse hasta los videojuegos o experimentarse en un parque de atracciones (Bellón, 2012).

Los profesionales ya han comenzado a hablar de guión transmedia para referirse a una nueva forma de construir relatos destinados a varios medios a la vez, partiendo de un universo común. Lo importante es que cada nueva ventana implemente a la anterior. (Galán, Elena y Herrero, 2011)

Es importante recordar que el contar historias viene de siglos atrás, pero ahora cuentan con el componente de los medios que facilitan la expansión de estas. “Los humanos siempre contamos historias. Las contamos durante milenios de forma oral, después a través de imágenes en las paredes de roca, más adelante por medio de la escritura y hoy mediante todo tipo de pantallas” (Scolari, 2013). Como lo expresan Hill y Grinnell (2015), a pesar de que la narración no es algo nuevo, la narrativa que expresa la historia usando multimedia (narrativa digital) es bastante reciente.

Por otro lado, el papel protagónico de los dispositivos móviles brinda nuevas posibilidades de generar y distribuir contenidos, abriendo más oferta de participación de las audiencias y conduciendo a un cambio entre la relación del espectador con el contenido. Las historias ya no se pueden contar de la misma manera para las nuevas pantallas (Tognazzi Drake, 2012).

Aunque la transmedia no ha tenido mucha intervención en experiencias pedagógicas, se considera que en el ámbito educativo puede ofrecer beneficios significativos en términos de aprendizaje. “La producción transmediática se asocia con objetivos comerciales, publicitarios, artísticos, experimentales, creativos y mucho más” (Agued-Gómez *et al.*, 2014).

Por otro lado, Buckner y Rutledge (2012) afirman que existen tres razones que deben motivar a productores de contenidos a usar la narración transmedia para aumentar el éxito de sus historias: persuasión, conexión con la audiencia e impacto financiero. Las estrategias transmedia crean varios puntos de entrada que cubren las diferentes necesidades de los usuarios. Cada medio, tira cómica, videojuego, aplicación móvil, obra literaria o

película, debe llegar al usuario como una experiencia independiente y completa que lo satisfaga.

Otros autores refieren que hablar de *transmedia storytelling* es hablar sobre la base de una narración integrada que se desarrolla a través de múltiples medios y estilos y que los usuarios deberán absorber para poder experimentar el relato completo (Martin *et al.*, 2011).

Ahora bien, para Richards (2014) “La narrativa es la forma primaria a través de la cual se hace posible comprender y dar significado a nuestras experiencias y que hace posible contar y escuchar historias”. La narración de vivencias propias permite descifrar y comprender el mundo. La narración da coherencia a las creencias compartidas y valores transmitidos (Miller, Pots y Fung, 1990).

En conclusión, esta primera revisión permite referir que la transmedia promueve la construcción social y abre oportunidades de ver y repensar la realidad, ofreciendo diversos y novedosos formatos de producción de contenidos.

Las disciplinas que intervienen en la transmedia

La transmedia ha influenciado el avance de la tecnología hacia la producción de contenidos en su mayoría enfocados a las redes sociales y ha provocado un gran cambio en muy poco tiempo. Los que antes eran consumidores de contenidos ahora no están dispuestos a ser simples receptores, tienen interés por ser escuchados y tenidos en cuenta.

La multimedia es el eje central de la transmedia, hipermedia y crossmedia, que ha logrado involucrar otras áreas del conocimiento como la literatura, el arte, la ficción, entre otras, dando la posibilidad de producción de una amplia gama de materiales en relación con las necesidades y el contexto de aplicación. Así mismo, la multimedia ofrece diversas posibilidades de acuerdo con los intereses del usuario, entendido este como el sujeto que busca transformar una experiencia cotidiana valiéndose de distintas aplicaciones de software tales como: textos, imágenes, animaciones de video,

gráficas, audio, entre otras. Desde la mirada de los consumidores, el ejercicio transmedia promueve la multialfabetización, es decir, la capacidad de interpretar de forma integral los discursos procedentes de diferentes medios y lenguajes (Dinehart, 2010).

En la actualidad, el usuario aprovecha la variedad de recursos multimedia que encuentra en la red, distribuidos en diferentes plataformas, para crear narraciones transmedia. Por lo cual, si se toman estos recursos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, de seguro el estudiante se sentirá inmerso en dicho proceso como multiplicador y transformador de lo aprendido.

Cabe anotar que las opciones multimedia como la nube, applets, widgets, entre otras, amplían los canales de aprendizaje, permitiendo que el proceso educativo sea transformador. Por lo tanto, la aplicación de objetos multimedia implica gran interacción profesor-estudiante, donde el primero es un sujeto activo que usa las nuevas tecnologías en su quehacer pedagógico adaptando sus saberes al contexto de los estudiantes, quienes son el núcleo del proceso educativo.

De esta forma, aprender mediante la tecnología involucra una interacción directa entre docente y estudiante, donde ambos reciben retroalimentación y el conocimiento se adecúa según el contenido multimedia presentado (Ivanova, Holotescu y Grosseck, 2014).

La transmedia también está constituida por la narración crossmedia, una red tejida mediante una serie de elementos en torno a un universo narrativo. Dichos elementos deben formar un canon coherente en sus múltiples manifestaciones (Roig, 2009). Por tanto, la crossmedia y transmedia tienen en común el uso multiplataforma de diversos formatos para contar historias. La diferencia reside en que mientras con la transmedia la totalidad de la ficción es obra de los autores, con el crossmedia el público participa de la autoría, incluso llegando a relevar a los autores originales (Sanmartín, 2012). En la figura 1 se presentan las diferencias conceptuales en torno a transmedia, multimedia y crossmedia.

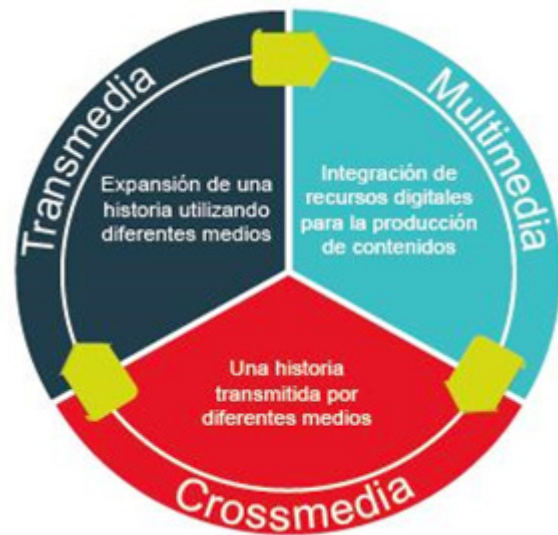


Figura 1. Diferencias entre Transmedia, Multimedia y Crossmedia.

Fuente: Elaboración propia.

Tácticas de producción transmedia

En la revisión de literatura que se realizó se encontraron algunas tácticas para la producción de narrativas transmedia, entre las cuales aparece la propuesta de Henry Jenkins, quien define siete principios para la construcción de narrativas transmedia: expansión vs. profundidad, continuidad vs. multiplicidad, inmersión vs. extracción, construcción de mundos, serialidad, subjetividad y ejecución.

Por su parte, Jeff Gómez (2008, citado en Guillén, 2013) propone ocho elementos a tener en cuenta para la producción de contenidos transmedia: el contenido es creado por uno o muy pocos visionarios, la transmedialidad debe ser prevista al comienzo de la vida de la franquicia, el contenido se distribuye en tres o más plataformas, el contenido es único, el contenido se basa en una visión única del mundo narrativo, esfuerzo concertado para evitar fracturas y divisiones en el mundo narrativo, integración vertical de todos los actores y la participación de las audiencias.

Por otro lado, Staffans (2014) menciona que aspectos como la fluidez y la planificación adaptable

a través de objetivos flexibles contribuyen a la creación de la historia, en donde se ofrecen herramientas aunque las posibilidades se encuentran abiertas para realizar contribuciones de cualquier índole, ya que los prosumidores están distribuidos en miles de subculturas.

Según Belsunces, “los proyectos transmedia independientes que dependen de uno o pocos autores muy implicados en la producción, suelen tener una mayor coherencia y profundidad, puesto que no requieren en general de la intervención de actores ajenos a la creación del proyecto” (2011, p. 30).

Sin embargo, Jenkins refiere que hay franquicias de gran éxito en la industria transmedia que están bajo el control de un solo creador o equipo creativo, y esto se debe a que trabajan de acuerdo con un proceso de cocreación que hace la diferencia de la práctica transmedia (2008, pp. 105-106).

Por su parte Hayes (2011), en su proyecto titulado “How to write a transmedia product on bible” busca proporcionar una guía de mejores prácticas de utilidad para el pensamiento, planificación, documentación y material de apoyo necesario al crear un proyecto transmedia.

Experiencias exitosas de transmedia

La revisión de literatura en torno al objeto de estudio permite aseverar que existen variadas investigaciones alrededor de la transmedia, entre estas la denominada “Las narrativas transmedia: una oportunidad para las humanidades en la era digital”, donde se pretende analizar las principales modalidades transmedia y señala algunos desafíos futuros, a la par que entronca con la reflexión sobre el multimedia y el hipertexto de la década de 1990 (Rojas Castro, 2013).

Así mismo, la investigación titulada “Sistemas intertextuales transmedia: exploraciones conceptuales y aproximaciones investigativas” indaga por algunas de las discusiones teóricas que sobre el concepto de narrativas transmedia se vienen tejiendo, deteniéndose en nociones claves como la

de expansión narrativa y relaciones intertextuales, para finalizar indicando la necesidad de constituir una serie de referentes teóricos y metodológicos, que ayuden a abordar la diversidad de formas expresivas que constituyen los sistemas intertextuales transmedia (Montoya, Arias y Arboleda, 2013).

Por otro lado, la investigación “Narrativas transmedia nativas: ventajas, elementos de la planificación de un proyecto audiovisual transmedia y estudio de caso” demuestra que las narrativas transmedia se han posicionado como una fórmula exitosa para aunar en un mismo esfuerzo creativo diferentes contenidos, generar la implicación de los usuarios e incrementar los canales para rentabilizar el proyecto (Costa, 2013).

Otro estudio es el desarrollado en 2011 en España, que lleva por título “Narrativas transmediáticas en España: cuatro ficciones en busca de un destino crossmedia”, se basa en la tradición semiótica y narratológica y analiza cuatro producciones transmediáticas de ficción producidas en España: *Las tres mellizas*, *Infidels*, *Serrallonga* y *Águila Roja*. Se sostiene en dicho artículo que el panorama de las narrativas transmediáticas es desigual y necesita de nuevos conceptos y taxonomías que ayuden a su mayor comprensión (Scolari, Jiménez y Guerrero, 2012).

De la misma manera, el estudio desarrollado por Carlos Scolari en España entre los años 2010 y 2011 denominado “Narrativas transmediáticas, convergencia audiovisual y nuevas estrategias de comunicación” indaga sobre las narrativas transmediáticas producidas en Cataluña. Es una investigación de carácter exploratorio donde se analizaron producciones de ficción, *reality shows*, parodias, *late night shows*, producciones publicitarias vinculadas a estas obras y campañas políticas (Scolari et al., 2014).

“Contenidos transmedia y crossmedia para la formación de competencias narrativas en estudiantes de comunicación social” es otra investigación que guarda intenciones similares a este estudio, el cual está encaminado a identificar cómo las estrategias de producción transmedia pueden

contribuir al ejercicio de competencias narrativas dentro de contextos educativos (Aguaded-Gómez *et al.*, 2014). Así mismo, “La narrativa transmedia como experiencia de simulación de inteligencia colectiva. El caso de Atrapado”, es un trabajo que describe y analiza un escenario transmedial de pruebas para la simulación de inteligencia colectiva utilizando cuatro elementos ficcionales: texto literario, cómic, videojuego y juego de rol. Este trabajo concluye que cuando los participantes interactúan con diversas combinaciones ficcionales ofrecen alternativas de solución colaborativa a problemas del diario vivir (Rodríguez, López y González-Gutiérrez, 2015).

Por su parte, el artículo “The educational uses of digital storytelling” presenta una visión general del digital *storytelling* y describe de dónde viene, cómo se puede usar para apoyar la instrucción de los estudiantes y cómo aprenden estos a crear sus propias historias digitales mejorando múltiples habilidades de lectura y escritura (Robin, 2006).

También es necesario mencionar la investigación que se realizó en Taiwán con el nombre “Applying computer multimedia storytelling website in foreign language learning” y que afirma que contar historias es una herramienta de enseñanza práctica y de gran alcance. Sin embargo, para los autores los maestros no han integrado la narración en el aula, entre sus razones están la ausencia de tiempo y la no inclusión de esta en el plan de estudios (Tsou, Wang y Tzeng, 2003).

El estudio “An exploratory study of storytelling approach as an instructional tool from educators perspective” indaga por la percepción que tienen los docentes sobre el uso de la narración como medio de enseñanza en los cursos de la Universiti Teknologi Petronas en Malasia. La investigación tiene como objetivo explorar el uso y aceptación de la narración como medio para la enseñanza en clase, así como los problemas que enfrentan los docentes con el empleo del enfoque de la narración. En general, los resultados indican que el enfoque de la narración se practica de manera no intencionada por parte de los profesores. No obstante, estos

últimos creen que la narración puede facilitar el proceso de aprendizaje en la educación superior y fomentar las habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes (Sugathan y Kalid, 2009).

La investigación “Wish shop: designing for a transmedia production model” propone un modelo de producción transmedia, teniendo como base la participación de los usuarios en una web interactiva. El objetivo del estudio fue comprender las experiencias transmedia de los participantes. Al finalizar, se reflexionó sobre la participación y las experiencias de los usuarios con el modelo de producción transmedia y se ajustó el modelo basado en la retroalimentación participativa (Lim y Shi, 2012).

Así mismo, el trabajo “El transmedia en la enseñanza universitaria. Análisis de las asignaturas de educación mediática en España (2012-2013)” analiza cómo se están formando las capacidades propias del transmedia en el ámbito universitario, concluyendo que hay una lenta incorporación de competencias transmediáticas en la universidad española (Del Mar Grandío-Pérez, 2016).

El artículo “Transmedia appropriation and socialization processes among german adolescents” se centra en la perspectiva que tienen los jóvenes alemanes sobre los contenidos de los medios de comunicación en función de sus preferencias e intereses. El escrito presenta una aproximación a la investigación y algunos de los resultados iniciales respecto al papel de los medios convergentes y la narrativa transmedia en los procesos de socialización de la adolescencia (Würfel, 2014).

“Storytelling systems: constructing the interface of the interface” es un proyecto desarrollado en el año 1997, en los Estados Unidos, en donde los niños crean historias que expresan sus sentimientos, situaciones problemáticas e intereses, con el objetivo que exploren su vida interior como vehículo para la transformación del modo de pensar acerca de la comunicación, así como para la construcción del conocimiento (Umaschi y Cassell, 1997).

El trabajo “Using story telling to record requirements: elements for an effective requirements

elicitation approach” es un experimento que contó con la participación de 25 expertos del sector industrial, con el objetivo de identificar requisitos funcionales usando una técnica de narración, para el caso particular del desarrollo de una máquina expendedora de billetes. Se investiga allí la eficacia de la utilización de una técnica de narración en comparación con la técnica tradicional de lluvia de ideas (Boulila, Hoffmann y Herrmann, 2011).

Por último, la investigación “Educación transmedial: estrategias y desafíos para investigar el aprendizaje informal en el escenario hipermediático” reflexiona sobre el concepto de transmedia en el ámbito educativo e indaga sobre los aprendizajes que se pueden generar en el marco de una experiencia transmedia, concluyendo que los procesos de aprendizaje que se producen en la recepción y participación transmedial suceden como resultado de la voluntad comunicativa y creativa de las audiencias (Corona, 2014).

Discusión

Las experiencias revisadas dan cuenta de la existencia de un nuevo fenómeno de producción de contenidos, donde el insumo principal son las narrativas que surgen de la participación e interacción de las audiencias. Los estudios indican que las narrativas o relatos construidos por los usuarios pueden enriquecerse con la implementación de medios en los que se soporten, reconociendo la importancia del papel de dichos medios en el proceso de extensión de la historia.

Dutton (2005) considera que la facultad de narrar ha sido empleada en todas las épocas para transmitir y generar ideas comunes, pero en la actualidad múltiples relatos textuales han migrado a relatos digitales e interactivos maximizando las audiencias y el interés los usuarios. En educación, la construcción de narrativas se concibe como una manera de planificar un relato o discurso que, implementado en un medio, pueda llevarse al aula para atender a una necesidad de aprendizaje.

También se encuentra que un contenido transmedia puede ser presentado por múltiples canales, acompañado de estrategias adicionales como: publicidad, venta de franquicias, promociones y todo recurso que haga posible la expansión de la historia. Lo que ha permitido la creación de novedosas estrategias narrativas para un público nuevo que no solo consume la historia en medios tradicionales, sino que también lo hace a través de las redes sociales y de las nuevas plataformas de comunicación (Evans, 2005).

Para Jenkins (2008), la cultura de la convergencia es donde chocan los viejos y los nuevos medios, donde los medios populares se entrecruzan con los corporativos y el poder del productor y el consumidor mediáticos interactúan de maneras impredecibles.

Una tendencia que ha tomado fuerza en el campo de la transmedia es el ciberperiodismo, que busca ampliar sus audiencias con la integración de herramientas que promuevan la interacción, la multimedialidad y la hipertextualidad.

Otra corriente fundamental del mundo transmedia son los juegos que, según Raybourn (2014), se sugieren como soluciones independientes, pero también pueden servir como puntos de entrada a un canal de adiestramiento integral, en el que el contenido se entrega a medios de comunicación para ampliar rápidamente la inmersión y la educación para audiencias masivas (Grandio y Bonaut, 2012).

La animación es otro campo de trabajo de la transmedia y que se ha venido involucrando en la industria cinematográfica apostándole a escenarios 3D, y posicionándose como una nueva técnica en el arte digital.

Las tendencias en transmedia seguirán apareciendo y son las audiencias las que definirán el tipo de medio y contenido que quieren visualizar. Los productores transmedia buscarán posicionar un producto o servicio atendiendo los intereses de los usuarios en un universo multiplataforma.

A pesar de que la mayoría de experiencias transmedia apunta a fines comerciales y publicitarios,

la producción de narrativas en el campo educativo puede contribuir en el desarrollo de competencias escriturales y estimulación de la creatividad de los estudiantes, así como mejorar procesos de construcción de conocimiento.

Conclusión

Tendencias como la producción transmedia se han convertido en un fenómeno de construcción social que surge en medio de la convergencia digital, ofreciendo oportunidades de ver y repensar la realidad, a través de la escritura creativa y colaborativa. Esta involucra diversos y novedosos formatos de producción de contenidos que diversifican los relatos y permiten la participación e interacción de múltiples medios análogos y digitales. A nivel educativo resulta ser una estrategia innovadora que promueve habilidades de pensamiento y fortalece la creatividad de los sujetos.

Referencias bibliográficas

- Aguaded-Gómez, J. I., León, A. V., Quiceno, C. S., Cardona, E. A. S., Echeverri, G. J. L., Cardeño, J. L. Á. y Arias, L. I. Z. (2014). *Investigación en comunicación-educación y publicidad 2013-2014* (Vol. LXII). Recuperado de: http://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/seminario_comunicacion_educacion_2013-2014.pdf
- Bellón Sánchez de la Blanca, T. (2012). Nuevos modelos narrativos. Ficción televisiva y transmediación. *Revista Comunicación*, 1, 17-31.
- Belsunces Gonçalves, A. (2011). Producción, consumo y prácticas culturales en torno a los nuevos media en la cultura de la convergencia: el caso de Fringe como narración transmedia y lúdica. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Boulila, N., Hoffmann, A. y Herrmann, A. (2011). Using Storytelling to record requirements: Elements for an effective requirements elicitation approach. 4th Int. Workshop on Multimedia and Enjoyable Requirements Eng. —Beyond Mere Descriptions and with More Fun and Games, MERE'11— Co-Located with the 19th IEEE Int. Requirements Eng. Conf., RE'11, 9-16. <http://doi.org/10.1109/MERE.2011.6043945>
- Calvo, I. G. (2013). La ruptura del relato en la narración transmedia: creación de espacios para la acción social. *Journal of communication*, 1, 58-79.
- Corona, J. M. (2014). *Educación transmedial: estrategias y desafíos para investigar el aprendizaje informal en el escenario hipermediático*. Recuperado de: <http://repositorial.cuaed.unam.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/4531/1/Corona.EducaciónTransmedial.VirtualEduca.pdf>
- Costa, C. (2013). Narrativas transmedia nativas: ventajas, elementos de la planificación de un proyecto audiovisual transmedia y estudio de caso. *Historia y comunicación social*, 18, 561-574. <http://doi.org/10.5209/rev-HICS.2013.v18.44349>
- Del Mar Grandío-Pérez, M. (2016). El transmedia en la enseñanza universitaria. Análisis de las asignaturas de educación mediática en España (2012-2013). *Palabra clave*. <http://doi.org/10.5294/pacla.2016.19.1.4>
- Dena, C. (2009). Transmedia practice: theorising the practice of expressing a fictional world across distinct media and environments. *Media and communications*, 1.
- Dinehart, S. E. (2010). Transmedial play : cognitive and cross-platform narrative. Recuperado de: <http://narrativedesign.org/2008/05/transmedial-play-cognitive-and-cross-platform-narrative/>
- Dutton, D. (2005). Estética y psicología evolucionista. *La revista*, 9, 74-87.
- Evans, M. (2005). Make internet radio and podcasting part of your arsenal. *Talkers magazine*, 161, 38-39 y 43.
- Galán, Elena y Herrero, B. (2011). *El guion de ficción en televisión* (1^{era} ed.). Madrid: Editorial Síntesis, S. A.

- Grandio, M. y Bonaut, J. (2012). Transmedia audiences and television fiction: a comparative approach between skins (UK) and El Barco (Spain). *Participations*, 9(2), 558-573.
- Hayes, B. P. (2011). How to write a transmedia production Bible. *Screen Australia*, 1, 20. Recuperado de: <https://speakerd.s3.amazonaws.com/presentations/08aedfa0fb56013102b94a-47441122ce/Transmedia-prod-bible-template.pdf>
- Hill, S. y Grinnell, C. (2015). Using digital storytelling with infographics in Stem professional writing pedagogy. *IEEE International Professional Communication Conference* (Vol. 2015-Janua). <http://doi.org/10.1109/IPCC.2014.7020367>
- Ivanova, M., Holotescu, C. y Grosseck, G. (2014). Multimedia, hypermedia and transmedia in support of learning. *Eighth International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*, 504-509. <http://doi.org/10.1109/CISIS.2014.72>
- Gómez, J. (2008). *Los ocho elementos de las narrativas transmedia*. Recuperado de: <http://www.socialtves.com/los-8-elementos-de-las-narrativas-transmedia-segun-jeff-gomez/>
- Jenkins, H. (2008). *Convergence culture: la cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Barcelona: Paidós.
- Lim, H. y Shi, C. (2012). Wish shop: designing for a transmedia production model. *7th International Conference on Digital Information Management*, 192-195. <http://doi.org/10.1109/ICDIM.2012.6360088>
- Martin, C. y Chu, S. (2011). *Well played 3.0: video games, value and meaning* (1^{era} ed.). Nueva York: Drew Davidson et al., ETC Press.
- Miller, A., Pots, R. y Fung, H. (1990). Narrative practices and the social construction of self in childhood. *American ethnologist*, 17, 292-311.
- Montoya, D. F., Arias, M. V. y Arboleda, H. S. (2013). Sistemas intertextuales transmedia: exploraciones conceptuales y aproximaciones investigativas. *Co-Herencia*, 10(18), 137-159.
- Mora, V. L. (2014). *Acercamiento al problema terminológico de la narratividad transmedia*. Recuperado de: <http://revis-tacaracteres.net/revista/vol3n1mayo2014/problema-terminologico-transmedia/>
- Raybourn, E. M. (2014). A new paradigm for serious games: transmedia learning for more effective training and education. *Journal of computational science*, 5(3), 471-481. <http://doi.org/10.1016/j.jocs.2013.08.005>
- Remírez, F. (2012). *Reflexiones sobre narrativa transmedia*. Recuperado de: <http://biblumliteraria.blogspot.com.co/2012/01/reflexiones-sobre-narrativa-transmedia.html>
- Richards, R. (2014). Narrative Knowing and the Human Sciences. *Chicago journals*, 95(1), 258-260.
- Robin, B. (2006). The educational uses of digital storytelling. *Information technology y teacher education*, 709-716. Recuperado de: http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewPresentationpaper_id=22129ypaperfile_id=35333\http://www.editlib.org/p/22129
- Rodríguez Ruíz, J. A., López Peinado, L. D. y González - Gutiérrez, L. F. (2015). La narrativa transmedia como experiencia de simulación de inteligencia colectiva. El caso de Atrapados. *Signo y pensamiento*, 34, 60-72.
- Roig, A. (2009). *Cine en conexión: producción industrial y social en la era cross-media*. Barcelona: Editorial UOC, S.L.
- Rojas Castro, A. (2013). Las narrativas transmedia: una oportunidad para las humanidades en la era digital. *Forma: revista d'estudis comparatius: art, literatura, pensament*, 8, 141-146.
- Sanmartín, J. F. (2012). Media, crossmedia, transmedia. *Atalante*, (13), 34-38.
- Scolari, C. (2013). Narrativas transmedia: cuando todos los medios cuentan. *Austral Comunicación*, 2, 247-249.
- Scolari, C. A., Azcárate, S. F. De, Guerrero, M., Martos, A., Obradors, M., Oliva, M. y Pujadas, E. (2014). Narrativas transmediáticas,

- convergencia audiovisual y nuevas estrategias de comunicación. *Quaderns del CAC*, 15(1), 79-89.
- Scolari, C. A., Jiménez, M. y Guerrero, M. (2012). Narrativas transmediáticas en España: cuatro ficciones en busca de un destino. *Comunicación y sociedad*, 25(1), 137-164.
- Sugathan, S. K. y Kalid, K. S. (2009). An exploratory study of storytelling approach as an instructional tool from educators' perspective. *ICCTD 2009-2009 International Conference on Computer Technology and Development*, 2, 480-483. <http://doi.org/10.1109/ICCTD.2009.122>
- Tognazzi Drake, A. (2012). Las transformaciones de los contenidos audiovisuales y la influencia de los dispositivos móviles en el nuevo escenario transmedia. *Anàlisi Monogràfic* 81-95.
- Tsou, W., Wang, W. y Tzeng, Y. (2003). Applying computer multimedia storytelling website in foreign language learning. *Proceedings. 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, (3), 262-263. <http://doi.org/10.1109/ICALT.2003.1215074>
- Umaschi, M. y Cassell, J. (1997). Storytelling systems: constructing the innerface of the interface. *Proceedings second international conference on cognitive technology humanizing the information age*, 98-108. <http://doi.org/10.1109/CT.1997.617688>
- Words, E. Y. (2001). *Las adaptaciones literarias al cine: un debate permanente* (pp. 65-70). Editorial Universidad de Huelva
- Würfel, M. (2014). Transmedia Appropriation and socialization processes among german adolescents. *International Journal of Communication*, 8, 2240-2258.





Aprender a investigar investigando. Realización de una propuesta de formación

Learning to research by researching. An educative proposal achieved

Aprender a pesquisar pesquisando. Realização de uma proposta de formação

Brigitte Johana Sánchez-Robayo¹

José Torres-Duarte²

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Sánchez-Robayo, B.J.; y Torres-Duarte, J. (2017). Aprender a investigar investigando. Realización de una propuesta de formación. *Revista Científica*, 28, 17-32. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a2](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a2)

Resumen

En la presente investigación se presentan los elementos más importantes del diseño e implementación de una propuesta de formación con la cual profesores de matemáticas aprendieron sobre investigación realizando investigación. Como metodología se asumió la investigación-acción y mediante observación participante, entrevistas y elaboraciones escritas se analizaron los datos obtenidos en la aplicación de dicha propuesta. En la investigación se valida que una propuesta de formación en investigación que asuma a los profesores como autores principales de la construcción de su propio conocimiento profesional, reconozca la complejidad de la práctica de profesores de matemáticas, procure miradas críticas sobre el quehacer y sus propósitos a la vez que asume el trabajo colaborativo como mecanismo de mediación entre profesores, genera cambios en las concepciones sobre la investigación y posibilita la transformación de las prácticas.

Palabras Clave: formación continuada, formación en investigación, investigación de la práctica, trabajo colaborativo.

Abstract

This article reports a research which shows the most important design and application elements of a training proposal. This proposal allowed math teachers learnt about research through researching. The methodology was action research and the data were analyzed by means of participant observations, interviews and writings. The research validates a educative proposal in research which regards teachers as main authors of their professional knowledge building, recognizes the complexity or math teachers practice, improves critical views about the daily job and its objectives, considers the collaborative work as teachers mediation tool, raises changes about research conceptions and enables transformations of practice.

Keywords: continuing education, research coaching, research about practice, collaborative work.

Resumo

Na pesquisa relatada neste artigo, se apresentam os elementos mais importantes do desenho e implementação de uma proposta de formação com a qual professores de matemáticas aprenderam sobre

¹. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: bjsanchezr@udistrital.edu.co

². Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Contacto: jtorresd@udistrital.edu.co

pesquisa pesquisando. A metodologia assumida foi a pesquisa-acção e através de observação participante, entrevistas e elaborações escritas, analisaram-se os dados obtidos na aplicação de dita proposta. Na pesquisa se valida que uma proposta de formação em pesquisa que assuma aos professores como autores principais da construção de seu próprio conhecimento profissional, reconheça a complexidade da prática de professores de matemáticas, tente miradas críticas sobre sua prática e seus propósitos ao mesmo tempo em que assuma o trabalho colaborativo como mecanismo de mediação entre professores; gera mudanças de concepções sobre a investigação e possibilita a transformação das práticas.

Palavras chave: formação continuada de professores, formação em pesquisa, pesquisa da prática, trabalho colaborativo.

Introducción

Partiendo de las premisas que consideran a los profesores como agentes de cambio de las prácticas educativas y la investigación sobre la práctica como medio de construcción de conocimiento profesional y mecanismo de transformación de las mismas, el grupo de investigación Crisálida desarrolló el proyecto Formación en y hacia la investigación de profesores de matemáticas en ejercicio (Universidad Distrital Francisco José de Caldas-Colciencias), en el que se diseñó y aplicó una propuesta de formación continuada que promueve el desarrollo de actitudes y conocimientos asociados a la investigación, mediante la inmersión en actividades propias de dicha acción.

Los resultados principales se enfocan en el desarrollo de los profesores respecto a las características que despliega el educador que investiga su práctica: *crítica*, *interacción*, *estrategia* y *problematización* (Sánchez, Torres y Fonseca, 2013).

Para el caso de la *problematización* despertaron su capacidad de asombro e identificaron diversas variables que intervienen en una situación problemática de su práctica. En cuanto a la *crítica* eran cada vez más reflexivos, inquisitivos, abiertos al cambio y daban muestras de identificar su papel

en la sociedad. En la *interacción* socializaban con mayor frecuencia sus experiencias y fortalecieron los procesos asociados al trabajo en equipo. Finalmente, respecto a la *estrategia* era más frecuente el ejercicio de sistematizar y de perseverar en los objetivos propuestos.

Problema y propósitos de investigación

Desde la década de 1990 la formación del profesor ocupa parte de la investigación en educación matemática. Trabajos como los de Llinares (1998), Peña y Flores (1996) y la International Commission on Mathematical Instruction (Comisión Internacional de la Instrucción Matemática o ICMI por sus siglas en inglés) (2009), se corresponden con la concepción según “La formación profesional de profesores es un elemento crucial en el esfuerzo de construir un sistema efectivo de educación matemática” (Even, R. y Ball, D. 2009, p. 2).

Tales propuestas reconocen la importancia que tiene la reflexión sobre la práctica en la formación, en otras palabras, en la generación. En la generación de conocimiento profesional desde la oportunidad que tiene el profesor, desde la praxis, de reconstruir o construir su conocimiento en torno a las matemáticas, a su enseñanza y los modelos pedagógicos estudiados, a los errores y dificultades en el aprendizaje, a la evaluación del aprendizaje, al papel del profesor y del estudiante, etc.

El anterior reconocimiento, muestra la necesidad de hacer de las experiencias profesionales, acompañadas de la reflexión sistemática sobre ellas, la principal fuente para el desarrollo de conocimiento del profesor. Sin embargo, actualmente son pocos los profesores que tienen esta posibilidad, debido a que tal reflexión sistemática se enmarca dentro de procesos de investigación y no tienen elementos suficientes para realizarlos (Rodríguez, Piedra y Hernández, 2013), ya sea por falta de conocimientos al respecto, el tiempo para hacerlo o inclusive, el poco reconocimiento a las ventajas que esto puede traer.

Aunque los profesores en ejercicio pueden acceder a estudios de posgrado para formarse en investigación y transformar sus prácticas, son pocos los que acceden a ellos. Así, falta establecer un mecanismo mediante el cual los profesores tengan un acercamiento en y hacia la investigación, sin los requisitos de tal nivel de formación. De tal suerte que ello les permita acercarse a prácticas investigativas y aprender de ellas, pues es reconocido que “Los educadores que investigan sobre su práctica, probablemente aprenden mucho más de ellas que de las tendencias que son reportadas en la literatura de investigación” (Even, R. y Ball, D. 2009, p. 123).

En este sentido, la investigación tuvo como objetivo principal diseñar y aplicar una propuesta de formación de profesores de matemáticas en la que se realice un acercamiento a algunos procesos de investigación, a partir de la inmersión en actividades propias de tal acción.

Referentes conceptuales

Enfoques epistemológicos asumidos en la propuesta de formación en investigación

La propuesta de formación considera como principios orientadores de diseño y aplicación los planteamientos de los enfoques constructivo, crítico y complejo, enmarcados como enfoques alternativos de la formación de profesores (Perafán y Bravo, 2005). Así, se considera que existe una relación directa entre los procesos de pensamiento del profesor y su actuación práctica, entre la teoría y la práctica.

Desde el constructivo, se asume a quien aprende como un agente activo, transformador de conocimiento y constructor de esquemas conceptuales alternativos, que funcionan como modelos y teorías personales “para interpretar y predecir la realidad” (Porlán, 1997, p. 91) modificables de acuerdo a su experiencia. Aunque la enseñanza puede transformar gradualmente estos esquemas conceptuales ello no es posible mediante una enseñanza

tradicional, pues en esta los esquemas del aprendiz son inexistentes y al no reconocerlos la enseñanza queda imposibilitada de transformarlos.

En el *complejo* se concibe la práctica profesional del profesor como un sistema en el cual confluyen sujetos humanos y materiales que conservan un intercambio continuo de energía, materia e información. El análisis de estos sistemas por la vía de la investigación, debe tener en cuenta que estos a la vez son más y menos que sus partes, queriendo significar con ello la necesidad de estudiar las partes; pues cumplen funciones específicas que ninguna otra puede cumplir. No obstante, este reconocimiento, ellas no pueden desarrollar las funciones del sistema en general.

Desde el *crítico*, la formación propende por el desarrollo de actitud crítica que permita cuestionar los procesos de reproducción del mundo y de la cultura, a la vez que participar del control de los procesos de formación en los que se está inmerso. Tales procesos se caracterizan por la presencia de situaciones y problemas de su vida profesional, los cuales requieren, desde su criterio, solución y transformación. Bajo esta perspectiva, se asume la formación como problematizadora del hacer y se cree que el compromiso asumido en los procesos de formación será diametralmente opuesto al que podría darse en aquellos montados sobre la base de conocimientos descontextualizados.

La acción de investigar

Partiendo del reconocimiento de la diversidad y coexistencia de enfoques, la investigación educativa se concibe como herramienta para interpretar el mundo educativo, generar reflexiones en los profesores y aportar elementos a su formación. En este sentido, la investigación es un proceso fundamental si se trata de conseguir desarrollos en educación, en la transformación de las prácticas, en el cambio social y particularmente en la formación de profesores (Imbernón, 1994). Sobre esta última, la investigación trae consigo la generación de conocimiento socializado y disponible para la

comunidad a quien se debe, aportando para que tal producción se use y convierta en instrumento de construcción de conocimiento profesional.

En este sentido, se ha encontrado coincidencia con los planteamientos de Rodríguez, Lazcano, Arévalo y González (2012) al entender la acción de investigar como:

Un deseo realizado de actuar libre, autónoma y metódicamente frente a inquietudes respecto de fenómenos o situaciones que se considera afectan un cierto contexto o una cierta comunidad, con el ánimo de proponer alguna respuesta, pero, además, que son reconocidas y legitimadas las inquietudes, los métodos y las respuesta en y por las comunidades académicas. (p. 51)

En esta acción se encuentra el movimiento del profesor investigador en tres dimensiones: *personal*, *social* y *realizativa*, las cuales están interrelacionadas y permiten entenderla bajo parámetros no lineales y de manera crítica, constructiva y compleja. La *dimensión personal* se presenta, pues quien investiga es una persona que se inquieta y decide transformar su realidad, problematizando y abordando aquellas situaciones que le han generado duda y sobre las cuales actúa. La *dimensión social* aparece porque las situaciones

emergen en una comunidad a quien la investigación se debe y en ella, se legitiman y validan los desarrollos logrados. De igual forma, la *dimensión realizativa* se da porque la acción de investigar no es ingenua, siempre tiene intenciones y marcos de actuación.

El movimiento en estas dimensiones se despliega mediante el desarrollo de características que refieren a actitudes, acciones y conocimientos propios del profesor investigador. Aunque debido a la forma de entenderlas, estas características tienen prevalencia en alguna de las dimensiones, pueden tener elementos de existencia en las otras. Para efectos del presente artículo, se detallan conceptualmente las características desde cada una de las dimensiones en las que prevalecen.

Características

La *crítica* prevalece en la dimensión personal y se entiende como la actitud permanente por reconocer y cuestionar elementos o situaciones de su práctica profesional para comprenderlas y reaccionar frente a ellas, intentando persuadir a otros o así mismo de la posible existencia de formas alternativas de comprensión y actuación. Dentro de esta, se encuentran las siguientes subcaracterísticas e indicadores:

Tabla 1. Subcaracterísticas de la crítica.

Subcaracterística	Indicadores
Ser reflexivo: hace referencia a "el hábito de analizar y pensar en y sobre la práctica" claro está que pensar sobre la práctica no implica necesariamente un proceso investigativo.	Expresa las situaciones de tensión o críticas de la práctica que pueden servir como insumo de investigación. Hace nuevas interpretaciones de su experiencia a partir de su proceso de formación en investigación. Hace interpretaciones, disertaciones o debates en relación al punto de vista de los otros profesores o de autores consultados.
Apertura al cambio: en esta característica "el profesor considera que nada es definitivo" y por lo tanto está dispuesto a modificar sus prácticas usuales y creencias, dando espacio privilegiado a los cuestionamientos y a las dudas.	Modifica sus puntos de vista sobre la base de argumentos de sus compañeros o de los investigadores orientadores. Escucha varios puntos de vista, prestando atención a las diversas opiniones y argumentos que dan sus compañeros. Reconoce que se equivoca, incluso en las creencias más arraigadas. Acepta discutir sobre aspectos que se creían concluidos.
Ser inquisitivo: hace referencia a "ser curioso con lo que observa en su práctica", llevándolo a cuestionar y poner en duda incluso lo obvio.	Se cuestiona acerca de argumentos propios y ajenos. Formula preguntas que van más allá de explorar un hecho desconocido para hacer preguntas que cuestionan los fundamentos ya establecidos.

Ser buscador de la verdad: se refiere a que el profesor emprende búsquedas de incertidumbre en torno a los cuestionamientos que se plantea.

Razonabilidad: se refiere a la construcción de verdad que genera el profesor a partir de los procesos de razonamiento, estos le permiten consolidar, validar o aceptar procedimientos.

Ser analítico: reconoce que en una determinada situación influyen diversas variables y tiene la posibilidad de estudiar a fondo cada una de ellas.

Ser social: reconoce la práctica docente como una acción que tiene implicaciones sociales, así como los intereses del sujeto investigador expresados en sus acciones y discursos.

Indaga para encontrar respuesta a diversas preguntas que surgen en el proceso investigativo. Busca e informa a sus compañeros acerca de las diferentes maneras de avanzar en su proceso de investigación.

Cuando una idea le parece razonable hace conjeturas, analogías, asociaciones con ideas desde la práctica o la teoría. Cuando una idea le parece poco razonable busca que sus compañeros la argumenten o ilustren con el fin de encontrar su sentido o que ellos modifiquen su postura. Identifica argumentos incorrectos en debates.

Identifica diversas variables que están inmersas en experiencias de su quehacer docente y las involucra en el problema de investigación. Tiene en cuenta que existen diversas formas de concebir, describir, interpretar un mismo fenómeno de la práctica y/o la investigación.

Expresa situaciones de la sociedad actual, que se ven reflejadas en el aula y las aborda colaborativamente. Enuncia acciones realizadas con el deseo de que se reflejen en la sociedad. Expresa opiniones que reflejan que se percibe como un agente transformador de la sociedad, a través de su labor.

Fuente: elaboración propia.

La *problematización* también prevalece en la dimensión personal y es entendida como el proceso de identificar elementos en una situación que permitan plantear un problema de investigación, partiendo de una tensión entre lo que sucede y lo que se sabe al respecto. Está constituida por las subcaracterísticas e indicadores que se señalan en la tabla 2.

La *interacción* prevalece en la dimensión social y es entendida como la actitud permanente de relacionarse con otros para construir conocimiento profesional que trascienda. Las

subcaracterísticas e indicadores se relacionan a continuación se relacionan en la tabla 3.

La *estrategia* prevalece en la dimensión realizativa y es entendida como la acción de planificar y orientar su actuar hacia la solución de problemas de su hacer cuando el hacer está en investigación. Sus subcaracterísticas e indicadores se relacionan en la tabla 4.

Tanto las subcaracterísticas como los indicadores son relacionados en la tabla 4, corresponden a las categorías de análisis para identificar el desarrollo de los profesores durante la propuesta.

Tabla 2. Subcaracterística de la problematización.

Subcaracterística	Indicadores
Capacidad de asombro: se sorprende de aspectos de su práctica que, por lo cotidianos, asumía como normales.	Se encuentra alerta a situaciones que no habían llamado su atención. Describe hechos o situaciones de su práctica diferentes a la que está investigando.
Reconocer situaciones o aspectos de interés/conflicto o situación crítica, dentro de su hacer: advierte hechos de su práctica que le demandan una relación con la teoría.	Relata experiencias en las cuales identifica situaciones de tensión. Expone preguntas o inquietudes y refiere aquello que genera esos cuestionamientos.
Identificar (localizar o construir) problemas de investigación: eleva un problema al estatus de problema de investigación, mediante la comparación del problema de la realidad (empírico) con la teoría.	Explica de forma verbal o escrita las indagaciones teóricas sobre su problemática. En sus escritos delimita el problema de investigación a uno que pueda trabajar.
Documentarse de la práctica: convierte la práctica en un insumo para problematizar y reflexionar, recolectando experiencias que constituyen un conocimiento práctico.	Explica de manera verbal o escrita situaciones que han sucedido en su práctica. Muestra resultados obtenidos por medio de recolección de datos tomados de su práctica.
Documentarse sobre la práctica: identifica diferentes puntos de vista teóricos sobre los problemas de su práctica, de tal manera que logre visualizar campos de conocimiento que le permitan darle dirección y sentido al mismo.	Acude a documentos relacionados con la problemática a tratar. En sus escritos y argumentos usa ideas de autores, contrasta las hipótesis creadas a través de la práctica con la teorización que se ha construido sobre su problemática.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Subcaracterísticas de la interacción.

Subcaracterística	Indicadores
Trabajar en equipo: construye con otros, reconoce que existen y, por ende, los escucha y valora sus opiniones.	Demuestra el cumplimiento de los compromisos adquiridos. Ante la situación de consolidar grupos de trabajo diferentes a los usuales, expresa disposición para hacerlo. Hace consideraciones orientadas a mejorar o reforzar las dinámicas del trabajo en grupo.
Incentivar: propone a sus pares realizar acciones para mejorar su práctica y genera un ambiente proclive a la investigación.	Promueve el involucramiento de las personas en los procesos desarrollados. Plantea preguntas y propuestas sugerentes al debate y la reflexión. Motiva la iniciación o terminación de tareas en el proceso de investigación.
Construir colaborativamente: atribuye valor al trabajo con otros como medio para abordar problemas de la práctica y construir conocimiento profesional. Por ello, se involucra cada vez más en las dinámicas del trabajo en equipo.	Pone sus puntos de vista en juego a juicio de los otros. Sus acciones evitan la jerarquización de roles, para mantener el trabajo entre pares. Participa voluntariamente en discusiones, debates, socializaciones, lluvias de ideas y en la consecución de los logros. Asume en su momento el liderazgo, pero no se arraiga a este, dando oportunidad a los demás de tener tal rol.
Socializar: realiza acciones para el intercambio de experiencias, visiones, documentos con una comunidad. Hay dos niveles de socialización, uno informal que es con los pares; otro más formal, cuando presenta sus desarrollos ante una comunidad académica.	Utiliza diversas modalidades para mostrar lo que hace. Comunica constantemente sus consultas, sus intereses, sus propuestas y desarrollos. En sus intervenciones, intenta hacer comprensible sus ideas. Tiene alguna experiencia significativa divulgada. Participa en eventos o grupos de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Subcaracterísticas de la estrategia.

Subcaracterística	Indicadores
Ser perseverante: se mantiene firme en lo que hace de acuerdo a los propósitos que tiene.	Tiene voluntad para alcanzar los objetivos propuestos previendo planes y ejecutándolos sistemáticamente. Muestra interés por ejecutar sus actividades en investigación y alcanzar las metas propuestas.
Conocedor de métodos de investigación: comprende que para investigar requiere procedimientos que conoce o puede conocer. En este último caso busca formas de conocerlos.	Identifica la necesidad de conocer y usar métodos de investigación. Reconoce diferentes métodos e instrumentos de investigación y utiliza los más pertinentes para alcanzar sus objetivos y estudiar el problema de su interés. Se documenta sobre métodos de investigación, técnicas, instrumentos, formas de organización y análisis.
Establecer metas: plantea horizontes hacia los cuales quiere llegar decididamente en su proceso investigativo.	Plantea objetivos individuales para cumplir con los objetivos propuestos por el grupo. Propone y acuerda con el grupo, objetivos comunes para el desarrollo del trabajo. Pueden ser objetivos a largo, mediano o corto plazo, para una sesión o un periodo de la investigación.
Ser metódico/planificación y organización: se organiza, plantea y ejecuta algún plan que le permita alcanzar los objetivos formulados en su proyecto investigativo.	Contempla las acciones que espera lograr durante un determinado tiempo, señalando etapas de trabajo y acciones. Promueve la organización en las intervenciones de los integrantes, la obtención de acuerdos y la identificación de acciones a realizar. Planea para avanzar en el proceso de investigación, definiendo acciones y tiempos en situaciones específicas de su proceso.
Ser creativo: adecúa (subsana, repara y acomoda) recursos, mecanismos, técnicas, instrumentos y estrategias para abordar su hacer. Es decir, si el profesor no tiene todos los insumos que esperaba, busca alternativas para seguir adelante con lo planeado.	Es recursivo al momento de desarrollar actividades para su trabajo de investigación. Diseña o ajusta instrumentos, clasificaciones, actividades de aula, pertinentes para su investigación. Toma decisiones acertadas en situaciones no planeadas y con recursos limitados. Diseña esquemas, gráficas, y en general, diferentes formas para ilustrar y presentar sus ideas. Propone formas diversas de utilizar insumos, instrumentos, técnicas o recursos de algún proceso de investigación.
Sistematizar: registra, ordena, clasifica y categoriza las ideas, experiencias, interpretaciones y teorías implícitas en su proceso investigativo.	Recolecta datos y evidencias de eventos relacionados con su problema de investigación. Lleva registro de sus avances en carpetas físicas o magnéticas. Gestiona información que considera de interés, entendiendo por gestión la lectura, el análisis de documentos y la generación de escritos.

Fuente: elaboración propia.

Metodología

La investigación-acción (IA) orientó la investigación que derivó en la propuesta de formación. Se transitó por las fases de: *exploración* reflexiva del tema formación en investigación (Sánchez, Rodríguez, Fonseca y Torres, 2015b); *detección* de necesidades de formación en investigación en profesores de matemáticas en ejercicio (Sánchez, Fonseca, Rodríguez y Torres, 2015c); y más específicamente, se usó el ciclo de la IA en la *planificación* de las actividades de la propuesta considerando las necesidades identificadas; *implementación* de las actividades; proceso de *observación* y *reflexión* sobre los resultados obtenidos en la aplicación para ajustar la propuesta de formación.

La aplicación se dio con la participación inicial de 12 profesores de matemáticas que laboran en distintas localidades de la ciudad de Bogotá (Colombia), los cuales no tenían formación ni experiencia en investigación. Se trabajó con ellos durante ocho meses y en cada uno de los encuentros (tanto en pequeños grupos como en plenarios) se recolectó la información por medio de grabaciones audiovisuales, elaboraciones de los profesores y el registro de expresiones y desempeños de los profesores a través de diarios de campo elaborados por pasantes.

A partir de los diarios de campo y las grabaciones se realizaban protocolos en los que se describía momento a momento lo sucedido en los encuentros. La información del protocolo era organizada en una matriz como la siguiente:

Tabla 5. Matriz de análisis 1.

Descripción	¿Qué indicador se ve y en qué se ve?
-------------	--------------------------------------

Fuente: elaboración propia.

A partir de la presencia de indicadores, se completaba por cada pequeño grupo la siguiente matriz por subcaracterística y por sesión:

Tabla 6. Matriz de análisis 2.

Indicador	Profesor 1	Profesor 2	Observación del indicador
Avance de cada profesor al final de la sesión.			

Fuente: elaboración propia.

La información del avance de los profesores respecto a las subcaracterísticas en cada sesión se consolidaba en la siguiente matriz para inferir el desarrollo de las características en cada profesor.

Tabla 7. Matriz de análisis 3.

	Profesor -característica ***
Estado inicial	Sesión 1
Desarrollo por sesiones	Sesión 2 ... Sesión 18
Estado final	

Fuente: elaboración propia.

Los principales resultados de esta investigación corresponden a los desarrollos de los profesores en cada característica y su movimiento en cada dimensión.

De la propuesta de formación en investigación

Considerando que la principal forma de aprender a investigar la práctica es investigándola, la propuesta se enfocó en la realización de actividades de investigación por parte de los profesores. El proceso inició con la presentación de sí mismo y de su contexto laboral, pasó por el cuestionamiento de aspectos particulares de la propia práctica y la búsqueda de coincidencias con los cuestionamientos de los demás para la organización de pequeños grupos que simulaban grupos de investigación, el planteamiento de un problema y su transformación a problema de investigación, la propuesta de metas, formas de realización y la ejecución de las

mismas. El proceso finalizó con la inferencia de algunas respuestas a las problemáticas planteadas, así como la generación de conclusiones y de documentos que reflejaran la experiencia en términos personales e investigativos.

Los planteamientos del *trabajo colaborativo* orientaron la implementación de la propuesta, por lo que se consolidaron equipos de trabajo como principal forma de interacción y organización. Así, tales equipos compartían objetivos y valoraban como importantes los conocimientos de todos los integrantes pues no existían jerarquías.

El trabajo colaborativo se reflejaba en los dos tipos de encuentro: las *plenarias*, en las que se socializaban los avances de investigación y se institucionalizaban elementos conceptuales, y los *pequeños grupos*, en los cuales cada equipo acordaba las acciones a seguir en su proceso, reflexionaba sobre las retroalimentaciones recibidas en las plenarias y tomaba decisiones sobre cambios en su trabajo de investigación.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada actividad:

Resultados

Siguiendo el proceso de análisis referenciado anteriormente, se identificaron los desarrollos que tuvieron los profesores en cada característica, reflejados a través de las subcaracterísticas que la componen. A continuación, se presentan dichos desarrollos tomando como base un estado inicial de los profesores. Como evidencias, se evocan expresiones de los profesores tomadas de relatos que elaboraron sobre su experiencia en la aplicación de la propuesta de formación (Sánchez, Rodríguez, Fonseca y Torres, 2015a) y apartados de las matrices de análisis utilizadas.

En la característica *crítica* se presentaron desarrollos importantes en cuanto al *ser reflexivo*, pues en el estado inicial los profesores manifestaron que identificaban pocos aspectos de la práctica que les causaban curiosidad porque eran reiterativos. A través de la propuesta y en especial de las actividades que los guiaron hacia el planteamiento del problema, empezaron a tomar conciencia de la importancia de las situaciones que se presentan

Tabla 8. Descripción de actividades.

Ac	Descripción
1	Plenaria en la que profesores, investigadores y pasantes reconocieron a los otros por medio de un video en el que se presentaba quienes eran, su contexto laboral y sus inquietudes sobre la práctica.
2	Plenaria en la que se organizaron los equipos de trabajo a través de la discusión de ideas y la identificación de aspectos comunes en las inquietudes de la práctica previamente expresadas.
3	Se realizaron discusiones en las que se identificaron las diversas variables asociadas al problema, delimitando el mismo y se propusieron intenciones de investigación.
4	Se realizaron acciones que promovían la búsqueda de caminos, mecanismos y acciones para conseguir las intenciones de investigación propuestas.
5	Se consolidó la metodología de investigación y se complementó con la realización de una conferencia sobre esta temática que consideró los procesos de los profesores como punto de partida.
6	Plenaria en la que se hicieron ejercicios de pilotaje de los instrumentos de investigación.
7	Se realizaron actividades para reconocer la necesidad de establecer criterios de análisis e iniciar tal ejercicio a partir de la información recolectada con los instrumentos diseñados.
8	Se realizaron socializaciones que pretendían identificar aspectos de coherencia en los procesos desarrollados por los equipos de trabajo.
9	Los profesores asumieron el rol de evaluadores e identificaron aspectos por mejorar en los documentos de los otros equipos de trabajo. Esto permitió consolidar el informe de investigación.
10	Se reflexionó sobre las fortalezas y debilidades del proceso; así como lo aprendido por cada uno.

Fuente: elaboración propia.

en su quehacer, pues al enunciar una de dichas situaciones confluían otras que también les causaban intriga y hacían cuestionarse de su rol.

Otro de los avances que he sentido con la propuesta es mirar los temas de manera crítica, organizada, estructurada, con una metodología y creo más importante de una forma reflexiva y preguntándome constantemente cómo ello influye en mi profesión y en mi vida. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 28)

Uno de los desarrollos más significativos se dio en la subcaracterística *ser buscador de verdad*, pues en el momento en que plantearon sus intereses investigativos expresados en objetivos (act. 3), sintieron la necesidad de complementar los planteamientos construidos desde su experiencia para justificar lo que pretendían indagar. El acercamiento con la teoría expuesta por diversos autores permitió a los profesores iniciar una búsqueda constante de sustento a sus ideas, pues identificaron otras perspectivas de interpretación de lo que se plantearon inicialmente.

Empezar a pasar esas ideas y ver que había una teoría sustentada de lo que queríamos investigar, fue chévere, pues no éramos la únicas que queríamos investigar sobre eso. (Profesor 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 24)

Otra evidencia de desarrollo se da al establecer criterios de análisis de la información recolectada con los instrumentos que diseñaron, pues sintieron la necesidad de clasificarla y pronunciarse sobre la base de autores para sustentar dicha clasificación (Tabla 9).

Por otra parte, en el estado inicial se identificó poca apertura al cambio en la mayoría de profesores, pues normalmente no estaban en situaciones en las que debieran hacer una valoración de los aportes de los demás para acogerlos o no. Con la participación en la propuesta constantemente escucharon al otro y aunque inicialmente ponían resistencia a las opiniones de los pares, así fueran

justificadas, al finalizar los argumentos eran sustentados, daban herramientas para continuar con el proceso investigativo y se ponían en consideración en cada grupo para adoptarlos o rechazarlos.

Aprendí que por más de que estés haciendo tu proyecto de investigación, es una construcción de varios y no puedes llevar a que tú tienes la última palabra y negarte a las sugerencias que te hacen los demás; por eso creo que en nuestra profesión debemos estar abiertos al cambio. (Profesor 3, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 34)

En algunos casos es mirar lo que opina otra persona sobre mis concepciones, buscar un punto medio, un acuerdo [...]. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 28)

Tabla 9. Matriz de análisis 3. Ser buscador de verdad.

	Profesor. Característica crítica
Desarrollo por sesiones	Sesión 12 Es así que la presencia de las subcaracterísticas que demuestran una actitud crítica en la profesora se deriva de su participación en la propuesta, porque desde la sesión plenaria anterior y retomando el esquema que se usó en la misma para generalizar la forma en que se pueden generar categorías de análisis para la información que se recolectó a partir de los instrumentos, ella vio la necesidad de hacer modificaciones a su referente teórico, con el fin de tener elementos para la categorización de la información.

Fuente: elaboración propia.

El desarrollo en la *razonabilidad* se identificó principalmente en los momentos de socialización de avances del proceso investigativo, pues los pares cuestionaban a los que presentaban sus avances, hecho que llevó a los últimos a tomar decisiones con base en la construcción argumentada y validada de planteamientos.

Claro está, que los encuentros en forma general afinaron muchas cosas, por ejemplo: [...] hicimos cuatro sesiones para plantear los objetivos; recuerdo cuando llevamos las preguntas de la encuesta y nos dijeron que leyéramos, luego que leyéramos

otra vez, hasta que nos dimos cuenta que habían algunas que preguntaban lo mismo pero con palabras diferentes, entonces supimos que debíamos meterlo en un mismo objetivo o una misma pregunta, siendo claros en lo que deseábamos expresar y en lo que queríamos hacer. (Profesor 3, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 34)

[...] aprendí que si uno ratifica lo que pensaba y que lo hace con sustento, se debe decir con sustentos y estudios, que fue una de las dificultades del primer escrito. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 31)

La subcaracterística *ser inquisitivo* tuvo desarrollos principalmente en los encuentros en pequeños grupos, porque allí se retomaron las construcciones individuales y se consideraron aportes de los pares que podían constituirse en fuente de indagación y permanente cuestionamiento.

Participar en la propuesta me ha enseñado a ver las cosas con un trasfondo, con más detalle, interpretar las palabras y no comer entero; esas cosas de estructura, esas cosas de método, de ser cuidadosa con el lenguaje que se maneja, interpretar, mirar lo que sirve, depurar información [...]. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 31)

La subcaracterística *ser analítico* presentó desarrollos desde la primera actividad cuando los profesores comunicaron la inquietud que les surgía de su práctica, pues tenían diversas miradas y consideraban muchos factores en torno a ella. Posteriormente, al establecer objetivos, reconocieron la existencia de diversas variables en su problema de investigación que tenían que ser profundizadas.

Primero tenía que enfocarme en una de las diferentes inquietudes que tenía, y luego sustentar por qué me iría por ese camino [...]. (Profesor 4, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 38)

Además, si yo miro una pregunta es posible bifurcarla en otros temas más pequeños que convergen a

una solución de esa pregunta macro, como lo es la formación del profesor [...]. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 30)

La subcaracterística *ser social* es tal vez la que muestra un desarrollo más significativo, pues de no mostrar interés por involucrarse en investigación alguna al finalizar el proceso identificaban formas de mejorar su labor educativa y veían en esta un medio para lograrlo.

El formarme en investigación, me ha ayudado a superar varias dificultades y me ha proporcionado herramientas para mejorar mis prácticas docentes; ahora sí identifico un problema, no solo me quedo con solucionarlo, sino saber por qué sucede y cómo mejorarlo. (Profesor 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 25)

Además de haber reflexionado sobre mi práctica profesional, pienso que puedo ser mejor, que mis clases pueden mejorar mucho más, que mi papel como profesor debe estar encaminado en la formación de personas que sean capaces de utilizar las matemáticas como elemento para la toma de decisiones durante sus vidas [...]. (Profesor 5, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 41)

Se presentaron desarrollos en cuanto a trabajar en equipo en la característica *interacción*, pues en el estado inicial se estableció que eran pocos los momentos de encuentro con sus colegas y las discusiones que sostenían no aludían a la mejora de la enseñanza o a nuevos proyectos educativos. En la propuesta, los profesores vivenciaron actividades de trabajo en equipo que posibilitaron avances en el proceso investigativo.

El trabajo en subgrupos con intereses comunes, siempre nos ha aclarado todo el trabajo, no sólo en el momento del problema, sino en todo el desarrollo de la propuesta. (Profesor 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 22)

Nos enriquece participar de los avances de nuestra compañera y sus puntos de discusión, así como

ella a su vez participa de nuestras discusiones. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 29)

El trabajo colaborativo emergió con naturalidad, pues se posibilitaron relaciones en las que no se impusieron roles ni líderes únicos y todas las tareas se realizaron de acuerdo a las fortalezas y gustos de cada uno de los integrantes del grupo.

Entablamos el trabajo colaborativo con Johana: ella encontraba unas fuentes, leía y escribía algo; yo lo revisaba y anotaba más cosas que hubiera consultado. (Profesor 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 23)

[...] no se me facilita hablar en público, no tengo esas habilidades expositoras. Sin embargo, siento que he mejorado bastante en ello; creo que en esto influye la confianza que generen las demás personas y en el grupo de investigación han hecho una acogida fraternal. Por ejemplo, ayuda mucho que tengan en cuenta las ideas que se tienen y que se hagan respetuosamente las correcciones y críticas sobre los avances de la propuesta que desarrollamos. Todo esto genera confianza y hace más fácil decir lo que se piensa. (Profesor 1, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 28-29)

En este mismo sentido, los profesores se interesaron por trabajar con el otro, cuestión que según manifestaron no era común en sus sitios de trabajo. Este interés los mantenía en disposición de tomar acciones en pro de la participación de sus pares. Por ejemplo, cuando percibían que sus compañeros se alejaban de las actividades de la propuesta, empezaban a atraerlos de diferentes maneras. Tal situación se asocia con la subcaracterística incentivar, que también se evidenció en sus espacios de práctica, pues estaban más atentos a cuestionar algo cuando así lo consideraban.

[...] comunico a mis compañeros en mis reuniones de área con mayor propiedad sobre la importancia de motivar a los estudiantes, que la falta de

motivación y de elementos diferentes en el aula es una causal de pérdida del año por parte de los muchachos. Entonces, este proceso me ha ayudado a poder decir si la teoría lo anuncia, que se pueda hablar de eso y pueda decirles a mis compañeros que estamos pecando en algún aspecto y que tenemos el poderío de hacer mejor las cosas. (Profesor 3, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 34)

En cuanto a la subcaracterística *socializar*, algunos profesores inicialmente no sentían confianza para participar ni especificaban en las ideas que daban a conocer. Al finalizar, todos lograron dar a conocer de diversas formas sus avances en el proceso investigativo y complementaban sus argumentos con mejores explicaciones. Esto, debido a los espacios de socialización que promovían la comunicación entre pares. Se destaca en esta subcaracterística la divulgación del proceso investigativo que hicieron cuatro de los profesores³.

Tabla 10. Matriz de análisis 3. Socializar en el profesor 1.

	Profesor 1 – Característica Interacción
	Sesión 10.
Desarrollo por sesiones	(...) es posible evidenciar que la interacción con los pares académicos se hace con respeto, teniendo en cuenta sus puntos de vista y los aportes que puedan generar, así mismo los tutores son entes generadores de procesos de cambio, debate y construcción dentro de los grupos de trabajo, por lo cual se puede afirmar que constantemente están propiciando ambientes de interacción adecuado en el hacer investigativo.

Tabla 11. Matriz de análisis 3. Socializar en el profesor 3.

	Profesor 3 – Característica Interacción
	Sesión 10.
Desarrollo por sesiones	Esta profesora ha presentado un desarrollo significativo debido a que en las primeras plenarias no se atrevía a expresar sus inquietudes al público o los resultados que presentaba, ahora es ella quien comenta las situaciones, expone los diferentes elementos y procesos realizados, mostrando interés en el desarrollo del proyecto que permitió llevar a cabo todas las fases de la investigación.

³ Véase Martínez y Vera (2014, p. 97-103) y Álvarez y Marín (2015, p. 241-246).

Ser perseverante en la característica *estrategia* se visualizó a pesar de todos los inconvenientes que presentaron en cuanto al tiempo y el aumento de trabajo al emprender un proceso investigativo, pues alcanzaron los objetivos propuestos en su proyecto⁴. Esta subcaracterística se fortaleció en los pequeños grupos, al concertar mecanismos para resolver algún problema emergente durante el proceso.

Tabla 12. Matriz de análisis 3. Perseverancia en el profesor 1.

Desarrollo por sesiones	Profesor 1 – Característica Problematización
	Sesión 9. En consecuencia al proceso que ha desarrollado este profesor en la propuesta de formación, es perseverante porque P1 dio muestras de autorregulación y persistencia, lo cual fue una fortaleza que le llevó a analizar detalladamente la propuesta de sus compañeros y hacer consideraciones sobre su trabajo bajo su propia iniciativa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Matriz de análisis 3. Perseverancia en el profesor 2.

Desarrollo por sesiones	Profesor 2 – Característica Problematización
	Sesión 9. Las fortalezas del profesor 2 se expresaron en sostener sus ideas, tono de voz al hablar con propiedad y en la acción de argumentar sus decisiones a partir de la lectura del documento de P1 y P3.[...]. También estableció el compromiso de P2 por asistir y cumplir con la presentación de avances en la plantilla propuesta para todos los trabajos de investigación.

Fuente: elaboración propia.

La subcaracterística *establecer metas* se evidenció en los encuentros en pequeños grupos cuyo foco era el planteamiento de un problema, pues los profesores tenían expresiones en las que se evidenciaba la concreción de metas y en diversos

casos se identificó que lograban plasmar sus ideas en objetivos.

tanto así que nosotros hicimos cuatro sesiones para plantear los objetivos [...] nos dijeron que las leyéramos, luego que las leyéramos otra vez, [...] entonces supimos que debíamos meterlo en un mismo objetivo [...], siendo claros en lo que deseábamos expresar y en lo que queríamos hacer. (Profesor 3, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 34)

El desarrollo de los profesores en la subcaracterística *conocedor de métodos de investigación* fue respecto a la apropiación de referentes metodológicos que subsanaran la ausencia de conocimientos sobre métodos e instrumentos de investigación.

Nuestra metodología es supremamente clara y allí está escrito qué es lo que vamos a hacer y las razones. (Profesor 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 24)

Respecto a la subcaracterística *ser creativo*, los profesores aprovecharon y adecuaron los recursos con los que disponían para la aplicación de los instrumentos propuestos, a pesar de que los espacios, tiempos y recursos no eran los adecuados.

Al final realicé una actividad que se dividió en dos partes, primero la proyección del video 'Donald en el país de las matemáticas', para luego realizar preguntas sobre el tema. Segundo, el desarrollo de un taller sobre el geoplano [...]. (Profesor 4, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 38)

En este caso, un video dirigido a estudiantes fue usado por la profesora con sus colegas para abordar varios propósitos de su investigación.

⁴ En este punto es importante señalar que la participación en la propuesta no tenía algún tipo de obligatoriedad o de reconocimiento para los profesores participantes. De hecho, una circunstancia que obstaculizó el desarrollo de la propuesta fue la deserción de varios de ellos debido a insuficiencia en sus tiempos.

En cuanto a la subcaracterística *sistematizar*, inicialmente los profesores manifestaron que solo tomaban apuntes de sus clases cuando hubiese tal exigencia. Al estar inmersos en la propuesta fueron conscientes de la importancia de sistematizar, en especial, situaciones que les daba sustento a lo que querían indagar.

[...] Esto también ha generado que yo tome registro de algunas actividades que generaron cosas interesantes en el aula. (Profesor 4 en Sánchez *et al.*, 2015a, p. 39).

[...] tanto así que en el proceso de formación pensaba en actividades que hice con mis estudiantes y dije: ‘¡miércoles!, yo por qué no las organicé’, para mostrarlas. (Profesor 3 en Sánchez *et al.*, 2015a, p. 34).

La *problematización* tuvo su mayor presencia en las actividades en que se consolidó el problema de investigación. Así, las subcaracterísticas *reconocer situaciones críticas dentro de su hacer, e identificar problemas de investigación* se evidenciaron principalmente durante las tres primeras actividades. Inicialmente, los profesores no eran conscientes de las situaciones que podían ser campo fértil de investigación, la retrospcción de su quehacer y volver a aquellos eventos que les causaban tensión cambió tal situación.

Encontré que siempre hay algo más que ver dentro del aula, ya sea desde la parte matemática, pedagógica, didáctica o emocional. (Profesora 2, en: Sánchez *et al.*, 2015a, p. 22)

La subcaracterística *documentarse de la práctica* presentó desarrollo en dos sentidos. Por un lado, el problema construido provenía de su práctica e influía directamente en ella y, por otro, en las diversas interacciones los profesores evocaban momentos de su experiencia para ilustrar algún comentario o soportar alguna idea.

Tabla 14. Matriz de análisis 1. Evidencia documentarse de la práctica.

Descripción	Indicador que se ve y en que se ve
En la primera plenaria las profesoras mencionaron la importancia que tenía la implementación de las TIC basándose en el MEN, pero hasta la sesión anterior no habían incluido estos argumentos en el planteamiento. Ahora las profesoras 1 y 3 expresan: “[...] En segunda instancia, se puede nombrar la iniciativa Computadores para educar, la cual es “una estrategia pedagógica que pretende aportar en el mejoramiento de la calidad educativa, a través de prácticas de aprendizaje que desarrollen competencias básicas con la apropiación de los dispositivos móviles, la formación de docentes y el aprovechamiento de contenidos y aplicaciones digitales” (MEN).	1. Acude a documentos relacionados con la problemática a tratar. Las profesoras 1 y 3 mencionan en su documento “computadores para educar” que es un proyecto del MEN, y por medio de él señalan que no contar con tecnología en el aula ya no es una excusa, pues el Estado ha dotado a los colegios de computadores.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Matriz de análisis 1. Evidencia documentarse sobre la práctica.

Descripción	Indicador que se ve y en que se ve
(...) En muchos casos y a partir de la experiencia propia, me atrevo a decir que la implementación de tecnologías innovadoras dentro del aula de clase se limita al uso que desdibuja el sentido pedagógico dentro de la enseñanza, es decir; se proponen actividades que en muchas ocasiones apuntan a una repetición y mecanización de procedimientos, proyección y envío de tareas que finalmente se convierten en una recepción y ejecución de algoritmos. (1)	1. <i>Explica de manera verbal o escrita situaciones que han sucedido en su práctica.</i> La profesora 3 dice que, a partir de su experiencia, ha observado que la inclusión de la tecnología en el aula se hace sin un trasfondo pedagógico.

Fuente: elaboración propia.

Se evidenciaron desarrollos respecto a *documentarse sobre la práctica*, gracias a que durante la propuesta se promovió el reconocimiento de la necesidad de soportar las ideas, de identificar

concordancia con pronunciamientos de otros y de esclarecer el significado de términos usados técnicamente.

Agradecimientos

Un reconocimiento especial a los profesores participantes del proyecto: Jorge Rodríguez Bejarano y Jaime Fonseca González, a los profesores de básica y media que hicieron parte de la propuesta de formación y a los estudiantes del semillero de investigación. Reconocimiento para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y COLCIENCIAS, por la financiación del proyecto.

Conclusiones

El planteamiento de preguntas que lleven a los profesores a cuestionar sus prácticas favorece la problematización, pues los conduce a identificar situaciones de tensión en su práctica o la de otros. Esto es insumo fundamental en el proceso de transformar las inquietudes en preguntas de investigación. Así, las actividades en las que se identificaron variables asociadas al problema que estaban focalizando, la posibilidad de encontrar referentes bibliográficos que dieran otras miradas sobre el mismo y el uso de experiencias prácticas para ir fortaleciendo y documentando dicho problema hacían que, junto con la capacidad de asombro, se concretara el problema que orientaría las demás acciones.

A propósito de esto último, el cómo adelantar un proceso investigativo sobre la base de establecer metas, mantenerse perseverante en su logro, conocer métodos de investigación y usarlos creativamente fue un desarrollo que les hizo avanzar en el proceso y despertar el compromiso por la búsqueda de respuestas a sus inquietudes. Esto permitió el desarrollo de la característica estrategia y favoreció el cambio de concepciones sobre la investigación, pues al finalizar el proceso los profesores expresaron que podían investigar y que esta acción no era tan

lejana e ignota como habían pensado. De hecho, dieron muestras de divulgación y deseo de réplica.

La sistematización fue desarrollada al establecer como proceso permanente la escritura de documentos que describían sus inquietudes iniciales, la configuración de su problema de investigación, la descripción de registros y el reporte de resultados. No obstante, la escritura de documentos es una acción difícil, por lo que fue necesario el acompañamiento y colaboración de pasantes e investigadores para que pudiesen culminar. Los profesores reconocieron este aspecto como una fortaleza de la propuesta y expresaron que ahora toman registro de aquellas cosas que consideran importantes de sus clases y sobre las que pueden hacer pronunciamientos.

Ahora bien, el desarrollo de las características del profesor que investiga su práctica, producto de la implementación de la propuesta de formación que aquí se ha reportado, comporta el movimiento en las tres dimensiones de la acción investigativa de aquellos que hicieron parte de tal implementación. En relación con la *dimensión personal* se identificó movimiento en los profesores que hicieron explícitas de sus inquietudes, de la toma de conciencia de la necesidad de construcción de su propio conocimiento profesional y de la transformación de las prácticas por la vía de la investigación de las mismas. De esta manera, desarrollaron una actitud más sensible a la identificación de situaciones críticas de su práctica y su conocimiento, así como la búsqueda de alternativas de transformación.

En relación con la *dimensión social*, luego de iniciar el proceso sin que hubiese ningún tipo de relación entre ellos los profesores se movilizaron hacia la conformación de equipos de trabajo que construían colaborativamente acciones, actitudes y conocimientos que se despliegan al investigar. Adicionalmente, se fortaleció la interacción al reconocerse a sí mismos y a los otros, como parte integral de su práctica investigativa y con ello validar sus planteamientos y propuestas.

Lo sucedido a propósito de la anterior dimensión, favoreció la *dimensión personal*, pues los profesores pudieron relacionar inquietudes propias con las de sus pares, involucrando los aprendizajes y posturas de los demás en el ámbito personal y en su propia práctica. Esto generó cambios de concepciones respecto a la práctica, la investigación, así como su rol y el de sus pares en su hacer profesional.

De manera simultánea, estos movimientos generan cambios en la *dimensión realizativa* por las actividades que adelantaron los profesores, las investigaciones hechas partiendo de identificar campos fértiles de investigación y establecer en ellos focos de atención que llevaban a proponer metas y formas de conseguirlas. En esta dimensión el movimiento se identifica pues los profesores lograron plantear un camino de realización de lo que se habían propuesto investigar, construyeron conceptualizaciones sobre los objetos de investigación, aprendieron de la manera como otros trazaban y ejecutaban sus planes, adaptaban instrumentos de indagación y formas de análisis de información, manteniéndose perseverantes en este proceso.

Finalmente, una propuesta de formación que pretende incorporar actitudes y acciones de investigación como parte de la práctica de profesores de matemáticas en ejercicio, diseñada a partir de las perspectivas crítica, constructiva y compleja, permite reconocer la coexistencia de diversidad de elementos que convergen en la práctica profesional, así como sus complejas relaciones. Entender que el conocimiento requiere ser construido de forma reflexiva y no determinista, como herramienta de crecimiento personal, de búsqueda en sí mismo y de encuentro con otros. La propuesta también parte de la asunción de tres dimensiones que se despliegan durante la acción de investigar. Aunque se diferencian, se encuentran estrechamente relacionadas y consecuente con las perspectivas asumidas, la formación de los profesores no se desarrolló de forma lineal o secuenciada, sino a través del movimiento en las dimensiones personal, social y realizativa, particularmente, mediante el

ejercicio mismo de investigación. Así, los profesores construyeron su conocimiento propio en interacción consciente con las circunstancias que los rodean y con los pares e investigadores que participaron de la propuesta de formación; lograron comprensiones de las situaciones individuales y grupales, vislumbrando con ello posibilidades de actuación más creativas, analíticas e intencionadas; establecieron puentes de conexión entre práctica y teoría, logrando además configurar otras miradas sobre la escuela y el aula, con las cuales problemas inherentes a estas pueden ser abordados mediante procesos investigativos mediados por el trabajo colaborativo.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, N. y Marín, N. (2015). Factores de motivación para las clases de matemáticas. *Memorias Edem 2. Segundo Encuentro: transformaciones, retos y desafíos del diseño y desarrollo curricular de matemáticas en Bogotá*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://comunidad.udistrital.edu.co/edem2/files/2015/12/EDEM-2-memorias.pdf>
- Fonseca, J. y Rodríguez, J. (2014). Formación en investigación de la práctica como estrategia para afrontar retos educativos. *Memorias del Congreso iberoamericano de ciencia, tecnología y educación*. Buenos Aires.
- Imbernón, F. (1994). *La formación y el desarrollo profesional del docente. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Editorial Graó.
- Lazcano, M., Arévalo, S., Rodríguez, J. y González, M. (2012). *Cree-siendo en investigación*. Bogotá: UD Editorial.
- Martínez, L. y Vera, J. (2014). Características de la formación docente para la inclusión de las TIC en la enseñanza de la geometría. En: *Memorias Edem 1. Primer encuentro: educación matemática prácticas y propuestas innovadoras en el aula de matemáticas: realidades y desafíos*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de

Caldas. Recuperado de: <http://comunidad.udis-trital.edu.co/edem/files/2014/12/MEMORIAS-EDEM-1.pdf>

Perafán, G. y Bravo, A. (2005). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Porlán, R. (1997). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Díada editora.

Sánchez, B., Torres, J. y Fonseca, J. (2013). Necesidades de formación en investigación. Algunas acciones para su determinación. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, vol. 26, 1803-1815. Recuperado de: <http://www.clame.org.mx/documentos/alme26v.2.pdf>

Sánchez, B., Rodríguez, J., Fonseca, J. y Torres, J. (2015a). *Cinco Experiencias Iniciales de Investigación*. Bogotá: UD Editorial.

Sánchez, B., Rodríguez, J., Fonseca, J. y Torres, J. (2015b). Una mirada a los enfoques epistemológicos y modelos didácticos presentes en la formación de profesores. Informe final investigación del proyecto Formación en y hacia la investigación de profesores de matemáticas en ejercicio. Bogotá: Colciencias.

Sánchez, B., Fonseca, J., Rodríguez, J. y Torres, J. (2015c). Necesidades de formación en investigación de profesores en ejercicio. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 8(1), 121-140.





Diseño y evaluación de una estrategia didáctica para enseñar a preguntar

Design and evaluation of a teaching strategy for teaching to ask

Concepção e avaliação de uma estratégia de ensino para ensinar perguntar

José Antonio Chamizo-Guerrero¹

Griselda Ríos-López²

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Chamizo-Guerrero, J.A.; y Ríos-López, G. (2017). Diseño y evaluación de una estrategia didáctica para enseñar a preguntar. *Revista Científica*, 28, 33-41. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a3](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a3)

Resumen

En el presente trabajo se caracterizó a las preguntas en abiertas y cerradas después una revisión bibliográfica. Posteriormente, se diseñó una estrategia didáctica que permite a alumnos del bachillerato aprender a formular preguntas abiertas. La estrategia incluyó lecturas, experimentos y visitas. Finalmente, se llevó a cabo una intervención con varios grupos. Los resultados obtenidos indican que es posible enseñar a formular preguntas abiertas, aquellas que caracterizan las habilidades de pensamiento científico.

Palabras Clave: aprendizaje por resolución de problemas, habilidades de pensamiento científico, preguntas abiertas, tipos de preguntas, Toulmin.

Abstract

In this paper, after a literature review it was characterized the questions in open and closed. Later a teaching strategy that allows high school students learn to ask open-ended questions was designed. The strategy included lectures, experiments and

visits. Finally, we carried out an intervention with various groups. The results show that it is possible to teach to ask open-ended questions, those that characterize scientific thinking skills.

Keywords: learning problem solving, scientific thinking skills, open questions, types of questions, Toulmin.

Resumo

Neste trabalho, após uma revisão da literatura que foi caracterizado perguntas abertas e fechadas. Mais tarde, uma estratégia de ensino que permite aos estudantes do ensino médio aprender a fazer perguntas abertas foi projetado. A estratégia incluiu palestras, experiências e visitas. Por fim, realizamos uma intervenção com vários grupos. Os resultados mostram que é possível ensinar perguntas-abertas, os que caracterizam as habilidades de pensamento científico.

Palavras chave: aprendizagem por resolução de problemas, habilidades de pensamento científicas, questões abertas, tipos de perguntas, Toulmin.

¹. Universidad Nacional Autónoma de México. Contacto: jchamizo@unam.mx

². Universidad Nacional Autónoma de México. Contacto: griselda.rios@enp.unam.mx

Introducción

De acuerdo con lo expuesto por el filósofo inglés Stephen Toulmin (Toulmin, 1997; Chamizo, 2007, 2013), las ciencias son una, entre varias, de las diferentes disciplinas intelectuales que las sociedades humanas han construido a lo largo de su propia historia. La unidad de las disciplinas intelectuales —en las que siempre se consideran no solo los conceptos sino también las personas que los conciben— se debe a las ambiciones intelectuales de los grupos que trabajan en ellas y les dan forma. En pocas palabras, la unidad de una disciplina intelectual refleja la continuidad impuesta a los problemas que aborda y los problemas se concretan a partir de preguntas, preguntas de su lugar y tiempo histórico (Chamizo, 2013).

En los últimos años se han institucionalizado los exámenes internacionales, que en muchos lugares han sido acompañados por sus correspondientes exámenes nacionales. Diseñados desde la Oede, a través de estos exámenes, se intenta clasificar los sistemas educativos de diferentes países, o regiones, a sus profesores y alumnos en otras tantas categorías, ocupadas curiosamente hasta ahora, en la parte superior, por los mismos países. Para resolver dichos exámenes resulta fundamental saber contestar, hacerlo bien y a tiempo. Este parece ser el momento en el que los sistemas educativos en su conjunto adoptan como receta el contestar. Y aunque las respuestas pueden ser importantes, si corresponden a las preguntas de otros, terminarán siendo ajenamente burocráticas. Se aprende a responder así, de manera metafórica, en el vacío.

Ya en la antigua Grecia, Sócrates prefirió las preguntas a las respuestas. Preguntar requiere movilizar conocimientos y habilidades que permiten reconocer la profundidad del saber. Recientemente diversas investigaciones han discutido sobre la importancia de las preguntas en la enseñanza (Chamizo, 2000; Otero y Graesser, 2001; Elder y Paul, 2002; Robinson, 2004; Hofstein, Navon, Kipnis y Mamlok-Naaman, 2005; Córdova, Dosal y Feregrino, 2007; Mendoza, 2007; Clough, 2008;

Chin y Osborne, 2008; Mazzitelli, Maturano y Macías, 2009) pero es lo indicado por Gaston Bachelard, maestro de química y filósofo de las ciencias, lo que aquí nos guía:

Y dígame lo que se quiera, en la vida científica los problemas no se plantean por sí mismos. Es precisamente este sentido del problema el que indica el verdadero espíritu científico. Para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye. (Bachelard, 1979, p.15)

Los problemas y su resolución, ya sea teóricos o experimentales, tienen una larga tradición en la enseñanza de las ciencias (Watts, 1991; AA.VV., 1995; Bodner y Herron, 2002; AA.VV., 2005; Chamizo y Robles, 2010) y hoy son motivo de diversas estructuras curriculares, particularmente en la conocida como aprendizaje por resolución de problemas (PBL, por sus iniciales en inglés). En ella se indica que aquellos estudiantes que tradicionalmente memorizan información, resuelven ejercicios y repiten lo que sus maestros les dicen no están preparados para el tipo de aprendizaje que les depara el mundo, donde se aprende, aplicando sus conocimientos para resolver problemas (Knowlton, 2003). Como lo han indicado Selltiz y sus colaboradores hace ya muchos años:

La investigación científica es una tarea dirigida a la solución de problemas. La primera etapa en la formulación de la investigación es reducir el problema a términos concretos y explícitos [...]. Sin embargo, no hay una regla sencilla que oriente al investigador en la formulación de preguntas significativas acerca de determinada área de investigación. Aquí, la experiencia y el talento de la persona son de la mayor importancia (Selltiz, Jahoda, Deutsch y Cook, 1969, pp. 47-48).

En la literatura especializada establecer la diferencia entre un problema y un ejercicio ha sido, en

sí mismo, un problema. Bodner y Herron (2002) apelan a que la diferencia está en la experiencia del que resuelve, asunto que no necesariamente comparten otros investigadores (AA.VV., 2005). Sobre este asunto la caracterización de Toulmin acerca de lo que es un problema (Toulmin, 1977; Zapata, 2005; Camacho y Cuellar, 2007; Chamizo, 2007; Chamizo y Robles, 2010) ha permitido avanzar en estas diferencias (Chamizo, 2013) para construir lo que hemos identificado como competencias de pensamiento científico (Chamizo e Izquierdo, 2007a).

Lamentablemente, muchos sistemas educativos enseñan poco a responder y menos aún a preguntar. El caso de México es un ejemplo de ello, pero no el único (Catalá y Chamizo, 2010). Ante esta carencia, con el presente trabajo se trata de identificar una manera de enseñar a preguntar en el interior de una clase de química de bachillerato, empleando una metodología que puede extenderse a otras disciplinas y niveles educativos. Adelantamos la conclusión del mismo: para aprender a preguntar hay que preguntar. ¿Cómo y qué tipo de preguntas?, se presentará a continuación.

Metodología

El tipo de investigación del presente trabajo es investigación-acción (McKernan, 2003; Latorre, 2004). Así se plantearon los siguientes pasos:

- Caracterización de las preguntas en dos distintas categorías a partir de una revisión bibliográfica.
- Pretest.
- Diseño e implementación de una secuencia didáctica.
- Postest.
- Confirmación del postest (postest-2).

Definición de las preguntas en abiertas y cerradas

La primera parte de este trabajo consistió en una búsqueda bibliográfica, no exhaustiva, de

diversas clasificaciones que se han publicado sobre las preguntas. Un primer resultado indica que se pueden clasificar de acuerdo a lo que se pregunta o la respuesta esperada. Unos autores toman un criterio u otro como se puede reconocer en el anexo 1.

Después de caracterizar a las preguntas en *abiertas* y *cerradas*, se elaboró una secuencia didáctica diseñada para que los alumnos aprendieran a elaborar preguntas abiertas. La metodología planteada para tal fin se aplicó en dos ciclos escolares anuales consecutivos, en tres grupos diferentes. Todos los grupos cursan el segundo año de bachillerato en la Escuela Nacional Preparatoria Gabino Barreda de la Unam, en turnos matutinos y vespertinos y sus edades oscilan entre los 16 años y 18 años de edad.

Pretest

Para la elaboración del pretest en el primer año, se utilizó dos grupos de control (C1 y C2) los cuales eran de diferentes turnos y un grupo experimental (E1). Los tres grupos estaban a cargo del mismo profesor y los temas revisados hasta ese momento eran los mismos. En el segundo año se utilizó solo un grupo control (C3) y dos grupos experimentales (E2 y E3), para tener un mayor número de alumnos inmersos en esta estrategia. Estos grupos estaban a cargo del mismo profesor.

El pretest consistió en que todo el grupo leyera un artículo proveniente de la revista de divulgación de la ciencia de la UNAM *¿Cómoves?*, publicación dirigida al público en general, pero con un marcado sesgo al joven bachiller. Dicho artículo fue "Agua el recurso más valioso" (Guerrero, 2006) y posteriormente se les indicó que escribieran cinco preguntas relacionadas con el artículo. Estas preguntas se clasificaron con el criterio indicado en la tabla 1 en preguntas abiertas y cerradas por los alumnos y corregidas posteriormente por el profesor. Al final de la sesión se tuvo una discusión grupal del artículo.

Tabla 1. Criterio para la clasificación de las preguntas en cerradas o abiertas.

1. La pregunta es clara y coherente.	Sí	No
2. Tiene contexto (relaciona los hechos en la pregunta).	Sí	No
3. La pregunta solicita información de varias fuentes.	Sí	No
4. La respuesta que se espera es amplia.	Sí	No
5. La respuesta esperada remite a análisis, a la organización de ideas, de hechos, de conceptos o establece relaciones entre ellas.	Sí	No

Por lo tanto, la pregunta es:

Fuente: elaboración propia.

Secuencia didáctica

Se diseñó una secuencia didáctica encaminada a que los alumnos desarrollaran la habilidad de elaborar preguntas abiertas. Esta se puso en práctica en los temas de la unidad tres (“Agua, ¿de dónde, para qué y de quién?”) del programa de estudios vigente de la Escuela Nacional Preparatoria de la Unam. En el primer año solo se aplicó al grupo experimental (E1) y en los dos grupos controles (C1 y C2) la maestra siguió con los temas de la unidad de acuerdo a su planeación personal. En el segundo año la secuencia didáctica se aplicó a los grupos experimentales (E2 y E3) y a un grupo control (C3), al que se les

da una clase tradicional con los temas que el programa indica.

Los temas escogidos para desarrollar la secuencia didáctica y las actividades realizadas para estos temas se resumen en la tabla 2. En todas ellas los alumnos, en equipos de tres integrantes, escribieron al final un determinado número de preguntas que fueron clasificadas como abiertas o cerradas por ellos mismos y en su caso contestadas.

Postest-1

Después de la intervención se llevó a cabo una evaluación (postest). Cabe mencionar que el pretest y el postest se realizaron al mismo tiempo tanto en los grupos experimentales como en los testigos y que todos los grupos habían revisado los mismos temas en clase. El postest consistió en la lectura, por todos los alumnos, de otro texto de divulgación de la misma revista empleada anteriormente, “La extravagancia del agua” (Bernal, 2004), y posteriormente se les indicó que elaboraran cinco preguntas relacionadas con el mismo. Estas preguntas se clasificaron con el criterio antes mencionado en preguntas abiertas y cerradas.

Confirmación del postest (postest-2).

La primera vez que se realizó la secuencia didáctica fue en el último mes de clases. Como siempre

Tabla 2. Estructura de la secuencia didáctica.

Tema	Tipo de actividad y tiempo empleado (horas)	Preguntas solicitadas
Estructura del agua.	Exposición tradicional (1)	Cero
Polaridad de la molécula de agua.	Experimental (1)	Una
Tensión superficial del agua.	Experimental (1)	Una
Densidad del hielo.	Experimental (1)	Una
Contaminación del agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Visita al lago de Xochimilco (4). • Investigación para contestar la pregunta. • Elaboración de un cartel y clasificación y discusión general de todas las preguntas (4). 	Una

Fuente: elaboración propia.

se considera en los resultados de las intervenciones didácticas el tiempo de permanencia de lo aprendido, se modificó el momento de la intervención en la segunda ocasión. En este caso, la intervención se realizó en los meses de noviembre-diciembre. Después de cuatro meses a los grupos experimentales se les aplicó una prueba, la cual consistió en leer sobre el tema de contaminación atmosférica otro artículo de la revista *¿Cómo ves?* (Domínguez, 2004) y se les pidió que elaboraran cinco preguntas relacionadas con el tema de contaminación ambiental, las cuales se clasificaron con el mismo criterio antes mencionado. Cabe mencionar que durante los cuatro meses siguientes de la intervención didáctica no se les volvió a mencionar nada acerca de las preguntas abiertas. Los resultados obtenidos se indican en la tabla 3.

Resultados

A partir de la revisión bibliográfica (anexo 1), en este trabajo se clasificó a las preguntas de acuerdo al tipo de información que solicita la pregunta y a la respuesta esperada, en *cerradas* y *abiertas*, caracterizándolas de la siguiente manera:

- **Cerrada.** La pregunta solicita información textual de una sola fuente y la respuesta se encuentra en un solo lugar, es obvia, corta, con pocas palabras o números.
- **Abierta.** La pregunta solicita evidencias e información sobre la causa/efecto de dos o más fuentes; la respuesta es amplia, remite al análisis, apela a la organización de ideas,

conceptos, hechos y establece relaciones entre ellas.

Ejemplo de las primeras son: ¿Cuántos años tienes?, ¿Quién inventó el telégrafo?, ¿Dónde está el Monumento a la Revolución? Mientras que ejemplos de las segundas se mostrarán más adelante.

Como se puede ver en la tabla 3, los resultados obtenidos en el pretest son muy parecidos a los que reportan Córdova *et al.*, (2007) y Mazzitelli *et al.*, (2009), donde se analiza que los alumnos no elaboran preguntas inquisitivas (véase anexo 1) y que solo hacen preguntas que se contestan con la misma lectura. Los alumnos elaboran preguntas cerradas, ya que están acostumbrados a este tipo, difícilmente en el sistema escolar se hace hincapié en que construyan preguntas de otro tipo.

A lo largo de la secuencia didáctica se les solicitaba a los alumnos, integrados en equipos de tres, que escribieran preguntas relacionadas con los experimentos realizados. Poco a poco la calidad de las mismas va mejorando (es decir, hay una mayor cantidad de preguntas abiertas). Algunas de ellas relativas a la polaridad, la tensión superficial y la densidad el agua son:

- ¿Por qué al frotar un globo con el cabello limpio de una persona causa que el agua presente una ligera desviación de su trayectoria vertical?
- Si en dos recipientes con la misma capacidad se llenan los dos al tope, uno con agua y otro con alcohol, ¿por qué caben más clips en el agua que en el alcohol antes de que se derrame el líquido?

Tabla 3. Resultados del pretest, postest-1 y postest-2.

Porcentaje del tipo de pregunta	Promedio de los grupos control (C1, C2 y C3)		Promedio de los grupos con intervención (I1, I2 e I3)		Promedio de los grupos con intervención (I2 e I3)
	Pretest	Postest-1	Pretest	Postest-1	Postest-2
Cerrada	91	92	92	45	68
Abierta	9	8	8	55	32
Relación A/C	0.10	0.09	0.09	1.22	0.47

Fuente: elaboración propia.

- ¿Por qué razón el hielo se hunde en el recipiente con alcohol y flota en el recipiente con agua?

En el último experimento la mayoría de las preguntas son claras, contextualizadas y abiertas. Como mencionan Selltiz *et al.*, (1969) y Mendoza (2007), hacer preguntas es todo un arte que hay que refinar con la práctica. La experiencia es fundamental y, como lo indican Chin y Osborne (2015), es muy importante explicitar el tipo de preguntas que el profesor espera que construyan sus alumnos.

Para abordar el tema de la contaminación del agua se procedió a realizar una visita al lago de Xochimilco, un ecosistema que se encuentra cerca de la escuela y que ha sido declarado por la Unesco como patrimonio de la humanidad. Después de la visita se solicitó a los equipos de alumnos que elaboraran una pregunta abierta sobre la contaminación del lago que contestaron con una investigación bibliográfica. Sus respuestas se hicieron públicas a través de un cartel y de una discusión en el aula.

En la presentación de los carteles varios alumnos comentaron que si hubieran sabido el trabajo que les costó contestar la pregunta, habrían formulado una pregunta cerrada, la cual contestarían rápidamente y sin complicaciones. Con este comentario queda claro que ya pudieron discernir lo que es una pregunta abierta y sus implicaciones para contestarla, como es el caso de las siguientes:

- ¿Por qué llegó el lirio acuático al lago de Xochimilco, si no es originario de este ecosistema?
- ¿Si los pesticidas dañan el lago cual sería una alternativa a utilizar para evitar la contaminación del lago con los pesticidas?

Como se puede observar en los resultados del pretest y postest, en los grupos controles C1, C2 y C3 son similares, aunque estos grupos son de diferentes años y turnos. Cabe destacar que en el pretest los porcentajes son similares para los tres

grupos (control y experimental), pero el resultado cambia de manera importante en el postest, ya que es en los grupos experimentales donde se puede reconocer un notable aumento en la cantidad de preguntas abiertas elaboradas resultado de la intervención didáctica.

Cuando se aplicó el postest-2 —cuatro meses después del postest-1—, en los dos grupos con intervención I2 e I3, se pudo observar que la producción de preguntas abiertas disminuyó en comparación con el postest que se aplicó inmediatamente después de la secuencia directa, pero es superior al porcentaje del pretest. Este resultado refuerza la idea de que es posible enseñar a hacer preguntas abiertas y que dicho aprendizaje perdura en el tiempo.

Conclusiones

De los diversos tipos de preguntas, las abiertas son las que mejor caracterizan una habilidad de pensamiento científico y que en muchos casos pueden concretar problemas abordables desde el entorno escolar. Por otro lado, los alumnos pueden aprender a preguntar si se les enseña explícitamente a hacerlo. La experiencia aquí informada, que puede extenderse a cualquier disciplina y prácticamente cualquier nivel educativo, se ha hecho empleando artículos de divulgación de las ciencias, experimentos y visitas.

Referencias bibliográficas

- AA.VV. (1995). *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 5. Monográfico sobre la resolución de problemas. Barcelona: Graó.
- Bachelard, G. (1979). *La formación del espíritu científico*. México D.F.: Siglo XXI.
- Bernal, U. M. y Uruchurtu, G. (2004). La extravagancia del agua. *¿Cómo ves?*, 72, 30-33.
- AA.VV. (2005). *Educación química*. Monográfico sobre resolución de problemas.
- Bodner, G. M. y J. D. Herron. (2002). Problem-solving in chemistry. En J. K. Gilbert, O. de

- Jong, R. Justi, D. F. Treagust y J. H. van Driel (eds.) *Chemical education: towards research-based Practice*. Kluwer: Dordrecht.
- Camacho, J. y L. Cuéllar. (2007). La tabla periódica analizada desde el modelo de Toulmin. Aportes para la enseñanza de la historia de la química. En M. Quintanilla *Historia de la ciencia. Propuestas para su divulgación y enseñanza*, vol. II. Santiago, Chile: Arrayan Editores.
- Catalá R. M. y Chamizo J. A. (2010). Las reformas curriculares de ciencias en México y España en los niveles secundaria y bachillerato. *Cuadernos México. Ciencias para el mundo contemporáneo*, 2, 9-22.
- Chamizo, J. A. y Hernández, G. (2000). Construcción de preguntas, la ve epistemológica y examen ecléctico individualizado. *Educación química*, 11, 132-137.
- Chamizo, J. A. (2007). Las aportaciones de S. Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 25, 133-146.
- Chamizo J. A., Izquierdo M., (2007a). La evaluación de las habilidades de pensamiento científico, "Monografía enseñanza de las ciencias: perspectivas iberoamericanas". *Educación química*, 18, 6-11.
- Chamizo J. A. y Robles C. (2010). La enseñanza de las ciencias a partir de la resolución de problemas. *Cuadernos México. Ciencias para el mundo contemporáneo*, 2, 69-82.
- Chamizo J.A. (2013). *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a partir de sus modelos*. México D.F.: Siglo XXI, Facultad de Química-Unam.
- Chin C., y Osborne J. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in science education*, 44, 1-39.
- Clough, M. P. (2008). Teaching the nature of science to secondary and pos-secondary students: questions rather than tenets, *The California journal of science education*, 8, 31-40.
- Córdova, J., Dosal, A. y Feregrino, V. (2007). La importancia de las preguntas. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 54, 16-27.
- Domínguez, H. (2004). Anatomía de la atmosfera. *¿Cómoves?*, 71, 22-25.
- Elder, L. y Paul R. (2002). *El arte de formular preguntas esenciales*. Recuperado de: <http://www.criticalthinking.org>
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of "Context" in chemical education. *International journal of science education*, 28, 957-976.
- Graesser, A.C.; Person, N. y Huber, J. (1992) *Mechanisms that generate questions*. Editorial Lawrence Erlbaum Associate, Publisher, Atlantic, p 167-187.
- Guerrero, M.V. (2006). Agua el recurso más valioso, *¿Cómoves?*, 88, 10-16.
- Harwood, W. S. (1996) A one minute paper. *Journal of chemical education*, 73, 229.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. y Mamlok-Naaman, R. (2005) Developing students' ability to ask more and questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of research in science teaching*, 42, 791-806.
- Knowlton, D. S. (2003). Preparing students for educated living: virtues of problem-based learning across the higher education curriculum. *New Directions for teaching and learning*, 95, 5-12.
- McKernam, J. (2003). *Investigación-acción y curriculum*. Madrid: Ediciones Morata.
- Latorre, A. (2004). *La investigación-acción: conocer y cambiar la práctica educativa* (2^{da} ed.). Barcelona: Graó.
- Mazzitelli, M., Maturano, C. y Macías, A. (2009). Análisis de las preguntas que formulan los alumnos a partir de un texto de Ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8, 45-57.
- Mendoza, N. A. (2007). *Las preguntas en la escuela como estrategia didáctica*, México D.F.: México.
- Otero, J. y Graesser, A. (2001). Elements of a model of questions asking. *Cognition and instruction*, 19, 143-175.

- Pérez, Y. y Chamizo, J.A. (2011). Los museos: un instrumento para el aprendizaje basado en problemas (ABP). *Revista eureka de enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8, 312-322.
- Pérez, Y. y Chamizo J. A. (2013). El ABP y el diagrama heurístico como herramienta para desarrollar la argumentación escolar en las asignaturas de ciencias. *Ciencia y educação*, 19, 499-516.
- Robinson, W. (2004). The inquiry wheel. An alternative to the scientific method. *Journal of chemical education*, 81, 45-50.
- Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M. y Cook, S.W. (1969). *Métodos de investigación en las relaciones sociales*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. I El uso colectivo y evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza.
- Watts, M. (1991). *The science of problem-solving. A practical Guide for Science Teachers*. Cassell: London.
- Zapata O. (2005) *Herramientas para elaborar tesis e investigaciones socioeducativas*. México D.F.: Editorial Pax.



Anexo

Anexo 1. Diversas clasificaciones de las preguntas.

Tipos	Características	Referencia
Respuesta corta y respuesta larga.	<p>Las preguntas de respuesta corta requieren normalmente conocer alguna palabra o concepto y el significado de esto. Incluye las categorías de verificación, especificar aspectos, cuantificación y complementar conceptos.</p> <p>Las preguntas de respuesta larga busca mayor información que las anteriores. Pueden ser definiciones, antecedentes y consecuente causal, instrumental-procedimental u orientación al objetivo.</p>	Graesser (1992).
Literales e inferenciales.	<p>Las preguntas literales solicitan información que se encuentra explícitamente en la base del texto.</p> <p>Las preguntas inferenciales solicitan información que no se encuentra explícitamente en la base del texto, si no que requiere relacionar la información del texto con los conocimientos propios del lector o de otros textos.</p>	Vidal (2000).
Abiertas, cerradas y semicerradas.	<p>La pregunta cerrada generalmente se contesta con una o dos palabras, la respuesta está en una determinada página de un libro o un cuaderno de apuntes y normalmente la pregunta empieza por las palabras: qué, cuándo o dónde.</p> <p>La pregunta abierta generalmente requiere para ser contestada al menos un párrafo. La respuesta no se encuentra en un solo libro y la pregunta, por lo regular, empieza por las palabras: por qué o qué pasaría si.</p> <p>La pregunta semiabierta generalmente requiere una o dos oraciones para ser contestada. La respuesta no está en un lugar determinado de un libro o de un cuaderno de apuntes y en la mayoría empieza por la palabra cómo.</p> <p>Las de procedimiento incluyen el procedimiento o método establecido para encontrar la contestación. Estas preguntas se resuelven con hechos, definiciones, o los dos.</p>	Chamizo (2000).
De procedimiento y de juicio.	<p>Las de juicio son preguntas que requieren razonar, pero con más de una contestación viable. Son preguntas que generan debate, con contestaciones mejores o peores (bien sustentadas y razonadas o mal sustentadaso razonadas). Aquí se busca la mejor contestación dentro de una gama de posibilidades. Se evalúan las contestaciones a estas preguntas usando criterios intelectuales universales tales como la claridad, precisión, exactitud, relevancia, etc.</p>	Elder y Paul (2002).
Alto y bajo nivel.	<p>Las preguntas de bajo nivel están relacionadas con los hechos y las explicaciones de los fenómenos que se observaron en el experimento realizado por los estudiantes (preguntas textuales) las respuestas a estas preguntas pueden ser de una sola palabra, declaración, o una explicación, las respuestas pueden encontrarse en el texto.</p> <p>Las preguntas de alto nivel son cuestiones que solo se pueden responder por una investigación, con la realización de otro experimento o en busca de más información en la literatura. Estas preguntas son más complicadas y el estudiante tiene que pensar de manera crítica acerca de la investigación para ser capaz de plantear una posible investigación.</p>	Hofstein (2005).
Baja y alta categoría.	<p>Las preguntas de baja categoría evocan a hechos, conceptos, generalizaciones, exigen respuestas memorísticas o repetitivas.</p> <p>Las preguntas de alta categoría requieren un esfuerzo, una elaboración mental, apelan a la organización de ideas, de conceptos, de hechos y al establecimiento de relaciones entre los mismos.</p>	Mendoza (2007).
Inductivas y no inductivas.	<p>Las preguntas inductivas son preguntas que su respuesta involucra varias disciplinas, remiten al análisis y procesamiento de datos.</p> <p>Las preguntas no inductivas son preguntas que tienen una respuesta obvia o corta (sí/no), carecen de relaciones, cuya respuesta está en la misma narración, que interrogan si lo planteado en el texto es cierto o son preguntas semánticas.</p>	Córdova (2007).
Textuales y no textuales.	<p>Las preguntas textuales se formulan utilizando palabras o frases extraídas directamente del texto.</p> <p>Las preguntas no textuales son aquellas que se formulan utilizando palabras o frases que no figuran explícitamente en el texto.</p>	Mazzitelli (2009).



Esquema de metadatos para contenidos educativos de VoD: un enfoque basado en competencias educativas

A metadata scheme for vod educational contents: an educational competency-based approach

Esquema de metadatos para conteúdos educacionais de vod: um enfoque baseada em competências educacionais

David Mauricio Guzmán-Delgado¹

Johnny Andres Chinchajoa-Taimal²

Diego Fabián Duran-Dorado³

Gabriel Elías Chanchí-Golondrino⁴

Jose Luis Arciniegas-Herrera⁵

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Guzmán-Delgado, D.M.; Chinchajoa-Taimal, J.A.; Duran-Dorado, D.F.; Chanchí-Golondrino G.E.; y Arciniegas-Herrera, J.L. (2017). Esquema de metadatos para contenidos educativos de vod: un enfoque basado en competencias educativas. *Revista Científica*, 28, 42-59. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a4](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a4)

Resumen

El presente artículo describe el esquema de metadatos CVoDM, el cual es un perfil de aplicación del estándar TV-Anytime. CVoDM provee una guía para la descripción de contenidos de video bajo demanda (VoD), enfocándose en sus propiedades asociadas a las competencias educativas. Además, se presenta una herramienta basada en el esquema CVoDM que facilita la descripción de contenidos de VoD, tomados de fuentes como Youtube, adecuada para la generación de repositorios. Los resultados de las evaluaciones demuestran la validez del esquema CVoDM para describir competencias y provee precisión en la recuperación de los contenidos.

Palabras Clave: competencias, esquema de metadatos, objetos de aprendizaje, VoD.

Abstract

This paper describes the metadata schema CVoDM, which is a TV-Anytime application profile. CVoDM provides a guidance for the description of Video on Demand (VoD) contents with a special focus on their properties associated to educational competencies. In addition, a tool based on the CVoDM scheme that facilitates VoD contents description is presented, which is useful for generating educational contents repositories. The results of an evaluation support the validity of CVoDM scheme for describing competencies and its accuracy on contents retrieval tasks.

Keywords: competencies, learning objects, metadata scheme, VoD.

1. Universidad del Cauca, Cauca, Colombia. Contacto: davidguzman@unicauca.edu.co

2. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia. Contacto: jctaimal@unicauca.edu.co

3. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia. Contacto: dduran@unicauca.edu.co

4. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia. Contacto: gabrielc@unicauca.edu.co

5. Universidad del Cauca. Cauca, Colombia. Contacto: jlarci@unicauca.edu.co

Resumo

O presente artigo descreve o esquema de metadados CVoDM, que é um perfil de aplicação do TV-Anytime. CVoDM fornece orientação para a descrição do conteúdo de Vídeo sob Demanda (VoD), incidindo nas suas propriedades associadas com as competências educacionais. Além disso, é apresentada uma ferramenta com base no esquema CVoDM que facilita a descrição do conteúdo de VoD, feita a partir de fontes tais como Youtube, conducente para a geração de repositórios. Os resultados da avaliação demonstram a validade do esquema de CVoDM para descrever competências e fornece precisão na recuperação dos conteúdos.

Palavras chave: competências, esquema de metadatos, objeto de aprendizagem, VoD.

Introducción

Tal como afirma el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2004), el cambio de las metodologías educativas y la popularización de internet han tenido un gran impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Existen propuestas en torno a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) para mejorar las oportunidades educativas a través del intercambio de información, permitiendo el acceso a diversos Objetos de Aprendizaje (OA). De estos se destacan los de naturaleza audiovisual, en especial los disponibles en servicios de VoD de acceso libre tales como Youtube y Educube.

De acuerdo con Durán y Arciniegas (2013), el VoD es un servicio en el cual los contenidos pueden ser seleccionados desde una Guía Electrónica de Programación (EPG), desde el lugar y en el momento que los usuarios deseen. Además, según Marques (2010), los contenidos de video ofrecen información con un alto grado de motivación y comprensión para el estudiante, pues debido a su naturaleza multimedia desarrollan el autoaprendizaje y permiten enseñar fenómenos de difícil observación. La libertad en el acceso a los contenidos

y las ventajas educativas proveídas por el servicio de VoD han fomentado su consumo de forma masiva por parte de docentes y estudiantes, buscando contenidos apropiados para apoyar sus procesos de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, esta labor puede resultar tediosa debido a que en los servicios de VoD es poco probable que quienes publican los contenidos compartan la misma idea sobre la utilidad y potencialidad de los mismos, lo cual se evidencia en descripciones poco homogéneas y confiables. Esto ocasiona que los usuarios deban invertir grandes cantidades de tiempo en la visualización de los contenidos para verificar la pertinencia de cada uno de acuerdo con sus necesidades particulares. Aún más teniendo en cuenta que generalmente los modelos de descripción a través de metadatos poseen elementos con un alto nivel de subjetividad, tal es el caso de los bien conocidos título, descripción general y palabras clave. En consecuencia, se generan descripciones que no apuntan a una meta educativa específica de la misma naturaleza que fije una dirección común en las tareas de recuperación de contenidos.

En la búsqueda de establecer tal dirección, y considerando la importancia que ofrecen los metadatos en tareas de descripción y recuperación de información, en este trabajo se propone un esquema de metadatos denominado *Competencies and VoD Metadata (CVoDM)*, creado para la descripción de contenidos educativos de VoD con base en las propiedades de las competencias educativas. Este es resultado de la integración de tres entidades: los OA, el VoD y las competencias. CVoDM es un perfil de aplicación del estándar TV-Anytime, que incluye los estándares MLR (*Metadata for Learning Resources*), IEEE RCD (*Reusable Competency Definition*) y una extensión de este con nuevos metadatos propuestos aquí.

La razón de centrar la investigación en las competencias es que son importantes en los procesos educativos de una gran cantidad de países de

⁴ Tim Berners-Lee propone el término intercreatividad.

Latinoamérica (p. ej., Colombia y Perú) y de Europa (i.e., los países que hicieron parte de la declaración de Bolonia como España, Alemania y Francia), siendo las competencias las que definen sus metas de aprendizaje (Serrano, Romero y Olivas, 2013).

Competencias, objetos de aprendizaje, vod y metadatos

De acuerdo con la norma UNE-ISO 23081-1:2008 (2008), los esquemas de metadatos son el “plan lógico que muestra las relaciones entre los distintos elementos del conjunto de metadatos, normalmente mediante el establecimiento de reglas para su uso y gestión”. A pesar de que existen esquemas de metadatos para la descripción de contenidos educativos, audiovisuales y para competencias, cada uno hace sus descripciones de forma independiente y no ha sido posible encontrar un esquema que considere de forma conjunta los tres ámbitos. Por tanto, la presente propuesta integra cuatro conceptos, los cuales constituyen el núcleo del esquema de metadatos a proponer: 1) las competencias, 2) los OA, 3) el VoD y 4) los metadatos. A continuación, se plantea un análisis de los tres primeros para dar a conocer su naturaleza y relación con los metadatos, al tiempo que se describen los trabajos relacionados más importantes desarrollados hasta el momento.

Competencias y metadatos

Desde el punto de vista educativo no hay una definición totalmente aceptada de las competencias. En cambio, existe una gran variedad de conceptos y concepciones desarrolladas por diferentes gobiernos, organizaciones y marcos internacionales, de acuerdo a sus realidades. Por ejemplo, según el MEN (2013) las competencias son definidas como “la capacidad de usar los conocimientos en situaciones distintas de aquellas en las que se aprendieron”.

Adicionalmente, existen *conceptos sombrilla* resultado del análisis de todas las variables de competencia existentes. Por ejemplo, en el seno de la Unión Europea, el Marco Europeo de Cualificaciones (EQF por su significado en inglés) define una estructura de referencia formada por conocimientos, habilidades y capacidades, en términos de los cuales es posible definir cualquier competencia, de acuerdo con Brockmann, Clarke y Winch (2009). Así mismo, según Andelsberger, Sampson y Pawlowski (2008), las competencias son caracterizadas a partir de tres dimensiones: características individuales, tales como conocimiento, habilidades, actitudes, capacidades, entre otros; nivel de competencia, el cual clasifica las competencias en niveles específicos y permite identificar el nivel de desarrollo de cada competencia; y contexto, en el cual es aplicada la competencia, como puede ser un área de trabajo, un grado de la educación, un área en que es desarrollada, entre otros.

La variedad de conceptos existentes en torno a las competencias representa una dificultad en su estandarización. Lo ideal es que estas fuesen definidas de acuerdo a las mismas variables, entendidas por todos los actores de la educación y, por lo tanto, intercambiadas y reusadas. Este problema, cada vez más visible debido a la gran variedad de herramientas de acceso a la información en la web, ha sido abordado desde el área de los metadatos por estándares como IEEE RCD, definido por el IEEE (Learning Technology Standards Committee) (2008). Este ofrece un esquema compuesto por elementos, tipos de datos y vocabularios para formalizar descripciones de competencias de tal forma que estas puedan ser almacenadas, organizadas, compartidas y mapeadas. Para esto, parte de un marco que consta de cuatro aspectos: 1) una definición genérica y reusable de la competencia; 2) contexto en que se define la competencia; 3) evidencias de la competencia como, por ejemplo, la evaluación; 4) dimensiones relacionadas con el contexto, tales como el nivel de interés del estudiante. Desde su aparición, varios han sido los trabajos que buscan enriquecerlos semánticamente.

Por ejemplo, en el trabajo realizado por Rao y Ramesh (2012), son incluidos como nuevos elementos los niveles cognitivos de Bloom y las categorías del conocimiento de la ingeniería propuestas por Vincenti. Por su parte, el esquema *Learning Outcome Definitions* (LOD), definido en *Interoperable Content for Performance in Competency-driven Society* (2015), es un perfil de aplicación de IEEE RCD en el cual se busca mejorar la descripción de los resultados de aprendizaje, distinguiéndolos entre conocimientos, habilidades y capacidades, acorde con lo definido por el EQF.

Los estándares y propuestas mencionadas aun resultan subjetivas y dependientes del lenguaje natural, lo cual no permite que la información relacionada con las competencias pueda ser procesada por medio de técnicas actuales de la web semántica y minería de datos. Por ejemplo, en la recuperación manual o automática de OAs que puedan servir de apoyo a competencias en entornos de educación presencial y virtual a distancia (p. ej., e-learning y MOOC), en servicios de búsqueda o sistemas de recomendaciones. Este problema es abordado en el presente artículo proponiendo nuevos elementos para el IEEE RCD a manera de extensión, la cual divide las competencias en unidades de información procesables por sistemas computacionales.

Objetos de aprendizaje y metadatos

De acuerdo con Sarsa (2015), los OA son definidos como “cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser usada o referenciada en un aprendizaje apoyado en la tecnología”. Estos apoyan diferentes situaciones de aprendizaje, por lo cual son descritos a partir de características de la educación a través de esquemas de metadatos (Morales, García, Campos y Astroza, 2013). Entre los esquemas de metadatos con mayor aceptación para la descripción de contenidos educativos están *Learning Object Model* (LOM), definido en IEEE Working Group (2002) y perfiles de aplicación de Dublin Core (DC), reseñado en Dublin Core Metadata

Initiative (2016). Sin embargo, de acuerdo a las necesidades educativas particulares, es necesario realizar extensiones y perfiles de aplicación sobre estos esquemas con el propósito de cubrirlas, manteniendo la interoperabilidad con los estándares originales (Duval, Hodgins, Sutton y Weibel, 2002). Tales son los casos del Reino Unido con UK LOM Core (Centre for educational technology interoperability standards, 2008); el de España con LOM-ES (Aenor, 2010); Canadá con CanCore, descrito en CanCore (2006); el europeo (Ariadne, 2004); los cuales son perfiles de aplicación de LOM. Con respecto a DC, existen perfiles de aplicación como DC-Education Application Profile (DC-Ed AP) (DCMI Education Community, 2016).

Un caso especial es el estándar *Metadata Learning Resources* (MLR) desarrollado en los últimos años y reseñado por Pons, Hilera y Pagés (2011). Aunque son pocos los trabajos hallados en la literatura en torno a MLR, de acuerdo con Hoel y Mason (2011), este reúne los aspectos de los OA bien definidos y ampliamente aceptados de LOM, el modelo abstracto de DC y el modelo entidad-relación de la web semántica, características que hacen que la presente propuesta ponga su atención en él. Sin embargo, MLR (y los perfiles de aplicación de LOM y DC actuales) carece de la perspectiva del OA como herramienta para el apoyo a competencias educativas, por lo que la presente propuesta pretende suplirla integrándolo con el estándar IEEE RCD y sus nuevos elementos.

VoD y metadatos

Uno de los OA más usados para realizar tareas de enseñanza y aprendizaje son los contenidos audiovisuales. Como ya fue mencionado, servicios de VoD como Youtube son consumidos por parte de docentes y estudiantes para la búsqueda de contenidos apropiados para apoyar sus procesos de enseñanza y aprendizaje. Dada su importancia, los contenidos educativos de VoD son el tipo particular de OA en el cual se centra la presente propuesta.

Los contenidos de VoD, y de televisión en general, están formalmente descritos por estándares como TV-Anytime y MPEG, los cuales, de acuerdo con Delgado y Covadonga (2010) y Vargas, Baldassarri y Arciniegas (2014) son los más importantes. Su importancia está en que consideran la diversidad de formatos, medios y características de los contenidos y servicios de televisión que influyen en la recuperación de información (Caldera y Povéda, 2011).

En la literatura hay diferentes trabajos que utilizan TV-Anytime y MPEG para el apoyo al aprendizaje. Por ejemplo, en los trabajos de Correia y Iano (2015) y Frantzi, Moumoutzis y Christodoulakis (2004) se integra el esquema *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) a MPEG y TV-Anytime respectivamente, para hacer interoperables la televisión digital y las aplicaciones de *e-learning* a través de metadatos. Así mismo, Vargas *et al.* (2014) integran estándares de metadatos educativos a TV-Anytime con el propósito de describir los contenidos de televisión en segmentos que puedan relacionarse con diferentes aspectos de la educación. En general, TV-Anytime y MPEG son los estándares más importantes en el ámbito audiovisual. Sin embargo, el primero está más enfocado a los servicios de televisión que MPEG, por lo cual es el estándar elegido aquí para su uso, dadas las propiedades del servicio de VoD.

En general, la revisión de literatura presentada demuestra la necesidad por relacionar las características propias de la televisión con las de la educación. Sin embargo, no se ha considerado la incorporación de las competencias educativas en la descripción de contenidos de VoD. Con el propósito de cubrir esta falencia, en el presente artículo se propone la integración de las características de las competencias a uno de los tipos de OA (i.e., contenidos de VoD) más populares actualmente, proponiendo un perfil de aplicación de TV-Anytime enfocado en el VoD, incluyendo una extensión de IEEE RCD e incorporando unos elementos justificadamente seleccionados de MLR.

Definición del esquema Competencias and VoD Metadata (CVoDM)

El esquema de metadatos CVoDM permite describir contenidos audiovisuales disponibles en servicios de VoD en torno a las competencias, considerando que poseen las características de un OA.

Para asegurar la conformidad con los estándares y, por lo tanto, la interoperabilidad con ellos, en CVoDM no se han realizado cambios en sus elementos de datos. En cambio, se han definido e integrado una nueva entidad al esquema general de TV-Anytime, llamada Competencia, tal como se observa en la figura 1. Esto indica que las competencias serán descritas independientemente de los contenidos y tendrán que asociarse a través de un elemento específico.



Figura 1. Modelo entidad relación de CVoDM.

Fuente: Elaboración propia.

La entidad *Ubicación del programa* representa la ubicación de un contenido, en este caso, asociada a un servicio de VoD a través de un identificador de recursos uniforme (URI por su significado en inglés); *Programa* representa los contenidos de VoD; la entidad *Grupo de programas* representa un conjunto de contenidos agrupados de acuerdo a un criterio (p. ej., una competencia, autor, tópico); *Segmento* representa un fragmento continuo del contenido; y la entidad *Competencia* representa una competencia educativa. El esquema indica que un contenido tiene una o más ubicaciones en diferentes servicios de VoD y una sola URI está asociada a un solo contenido. Un contenido puede estar agrupado en múltiples grupos, y un grupo puede contener uno o más contenidos; a su vez tiene uno o más segmentos y un segmento pertenece a un único contenido. Un segmento puede contener múltiples competencias y una

competencia puede ser parte de múltiples segmentos. Debido a que MLR otorga una vista educativa del contenido de VoD, sus elementos han sido incluidos como parte de la entidad programa y no como una entidad en sí misma.

Describiendo el esquema CVoDM

La figura 2 muestra el esquema de metadatos propuesto, señalando cómo se incorporan los nuevos elementos dentro de TV-Anytime, cada uno con un prefijo indicando el esquema de donde provienen originalmente (i.e., TVA, IEEE RCD, MLR) o si es un aporte de la presente propuesta (i.e., CVoDM). En él se ha buscado salvaguardar la integridad de todos los estándares para que las modificaciones de su *binding* (i.e., es el formato basado en XML donde se establece la estructura de los elementos, sus relaciones, tipos de datos y vocabularios) no presuman mayor dificultad y se permita la interoperabilidad con otras aplicaciones basadas en ellos. Entre los elementos del esquema unos son propiedades (i.e., elementos que describen un contenido o una competencia, por ende, se les asigna un valor) y los demás son contenedores (i.e., contienen a otros elementos, no se les asigna un valor).

Acorde con las características de TV-Anytime e IEEE RCD, para indicar que un subelemento hace

parte de uno más general, se hace uso de los tipos de datos. Lo anterior se señala en la figura 2, donde los tipos de datos presentan bordes discontinuos. Por ejemplo, las propiedades del contenido de TV-Anytime (*Title* y *Synopsis*) son subelementos de *BasicDescription*, pero esta relación se define a través de su tipo de dato *BasicContentDescriptionType*. Se observa, además, que se han mantenido los tipos de datos originales de cada esquema y que hubo la necesidad de crear unos nuevos, con el prefijo CVoDM, para lograr la integración entre todos los elementos. Por ejemplo, el elemento *CompetencyDescriptionTable*, por medio del cual se registran las descripciones de todas las competencias, fue integrado a TV-Anytime definiéndolo en su tipo de dato *ProgramDescriptionType*.

Generalmente, para un servicio de televisión que utiliza TV-Anytime como modelo de descripción, su *binding* se registra en un solo documento que contiene las descripciones de los conceptos del programa (i.e., contenidos, ubicaciones, actores, etc.). En tal documento algunos elementos se definen una sola vez (por ejemplo, *TVAMain*), mientras que otros se repiten indicando que se describe una instancia de un concepto. Por ejemplo, *ProgramInformation* se define para cada instancia de un contenido descrito. Las líneas discontinuas en el esquema señalan que entre un elemento y

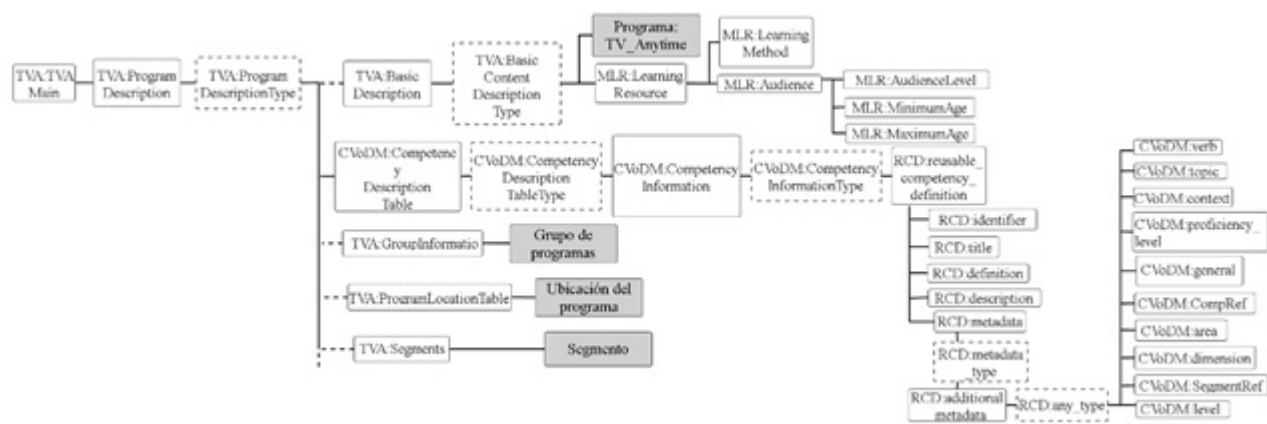


Figura 2. Esquema de metadatos CVoDM.

Fuente: Elaboración propia.

otro hay otros que hacen parte del esquema original de TV-Anytime, los cuales no son importantes en esta descripción y pueden ser consultados (European Telecommunications Standards Institute, 2011). Las líneas continuas indican relaciones directas entre los elementos.

En cuanto a la incorporación de los nuevos metadatos, el elemento *LearningResource* de MLR se ha integrado en *BasicDescription* a través del tipo de dato *BasicContentDescriptionType*, con lo cual se mantiene la integridad de los elementos de descripción de contenido originales de TV-Anytime. A su vez, en *LearningResource* se han incorporado los demás elementos de MLR para asegurar la interoperabilidad con otras aplicaciones de este. Con respecto a las competencias, dentro de *ProgramDescription*, a través de su tipo de dato *ProgramDescriptionType*, se ha creado el elemento *CompetencyDescriptionTable*, el cual almacena todas las descripciones de competencias. En él se ha creado *CompetencyInformation*, el cual tendrá una instancia por cada competencia. Dentro de él, a través del tipo de dato *CompetencyInformationType*, se ubica el elemento *reusable_competency_definition*, el cual es original de IEEE RCD, representa una raíz para todos los atributos de las competencias y tiene una instancia por cada una de estas. Aunque comparte la misma función de *CompetencyInformation*, esta además asegura la

interoperabilidad con otras aplicaciones de IEEE RCD. De acuerdo a la recomendación del estándar IEEE RCD, los elementos de extensión se han integrado en el elemento *additional_metadata*.

Con el propósito de demostrar las relaciones entre las entidades del esquema, la figura 3 presenta los elementos utilizados para tal fin.



Figura 3. Relaciones entre entidades en CVoDM.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 1 presenta una descripción detallada de los nuevos elementos, indicando las características asociadas a cada uno de ellos como: su explicación, veces que ocurre, tamaño, valor y tipo de dato. La columna *Veces que ocurre* es el número de veces que se encuentra el elemento en una descripción con respecto al elemento que lo contiene (para esto apoyarse en la

Figura 2). Por ejemplo, *identifier* es un elemento que se encuentra una sola vez en la descripción para cada *reusable_competency_definition*. La columna *Tamaño* indica el número de instancias de un elemento en la descripción con respecto al

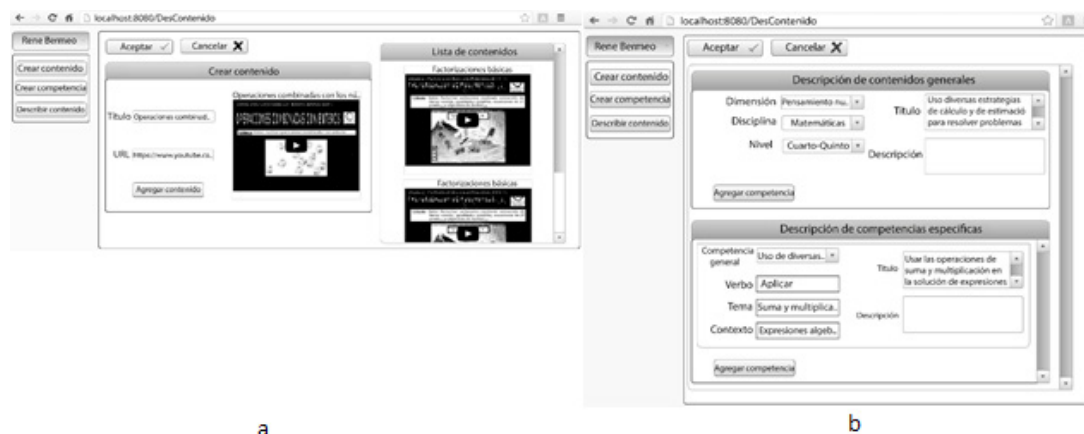


Figura 4: GUI de CVoDMTool. a. Title y ProgramUrl . b. CVoDMTool

Fuente: Elaboración propia

elemento que lo contiene, ya sea de una competencia o de un contenido. Si no tiene valor significa que el elemento integra otros elementos. Tal es el caso de *CompetencyInformationTable*, el cual deberá ser único en el *binding* de la aplicación y contiene todas las descripciones de las competencias. Si el valor es 1 significa que el elemento define una sola instancia, pudiendo ser un valor único o una bolsa de valores. Por ejemplo, *identifier* define una sola instancia porque una competencia debe tener un identificador único, al contrario, *title* tiene una instancia que funciona como una bolsa de múltiples títulos, tal vez en múltiples idiomas. Otros elementos como *definition* pueden tener múltiples instancias, lo cual significa que aparecerá varias veces en el *binding*, una por cada definición de la competencia. IEEE RCD define un valor denominado *Smallest Permitted Maximum* (SPM), el cual señala el número mínimo de instancias que debe tener una descripción para que una aplicación pueda procesar su información.

En la tabla se muestran los SPM de algunos elementos, los cuales se han extraído de los estándares, y otros, propuestos en este artículo, aparecen como indefinidos indicando que hasta ahora no hay un criterio para definirlos. La columna *Tipo de dato* indica el tipo de dato del elemento. Algunos están definidos en los estándares

para sus elementos, otros se proponen aquí. Para diferenciarlos, se ha añadido un prefijo que señala a qué estándar pertenece, o si hace parte de la presente propuesta. Por ejemplo, IEEE RCD ha definido el tipo de dato *definition_type*, el cual puede consultarse en IEEE Learning Technology Standards Committee (2008). Así mismo, *CompetencyInformationTableType* es un tipo de dato definido para CVoDM, ya que el elemento *CompetencyInformationTable* también lo es. Otros tipos de datos tienen un número en paréntesis, lo cual indica que el valor del respectivo elemento debe ser definido en ese número de caracteres como máximo. Estos valores pueden ser muy útiles como referencia para los diseñadores de aplicaciones, en especial, para la interoperabilidad con otras.

Algunos elementos tienen definidos unos posibles valores, restringidos, los cuales se indican en la columna *Posibles valores*; en tal caso, el tipo de dato correspondiente es vocabulario. Por ejemplo, el elemento *verb* es de tipo vocabulario y un posible valor para él tendrá que seleccionarse de entre un grupo posible al momento de describir una competencia. Si no hay definido un posible valor, significa que su valor es de texto libre y por lo tanto no es restringido. Para los elementos contenidos no aplica esta columna.

Tabla 1. Descripción de elementos de CVoDM.

Nombre de nuevo elemento	Explicación	Veces que ocurre	Tamaño	Posibles valores	Tipo de dato
CompetencyDescriptionTable	Contiene todas las descripciones de las competencias.	Una para todas las competencias descritas.	1	-	CVoDM: CompetencyInformationTableType.
CompetencyInformation	Contiene la descripción de una competencia. Elemento que contiene la descripción de una competencia, interoperable con IEEE RCD.	Una por cada competencia descrita.	1	-	CVoDM: CompetencyInformationType.
reusable_competency_definition	Identificador de la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1	-	Indefinido.
Identifier	Identificador de la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1	-	IEEE RCD: long_identifier_type.

Title	Título de la competencia.	Cero o más por cada competencia descrita.	1, bolsa de instancias de langstring_type; SPM: 20 instancias.	-	IEEE RCD: langstring_type (1000).
Definition	Definición de la competencia de acuerdo a un documento formal.	Cero o más, dependiendo del tamaño, por cada competencia descrita.	Múltiples, SPM: 10 instancias.	-	IEEE RCD: definition_type.
Description	Descripción de la competencia en lenguaje natural.	Una por cada competencia descrita.	1, bolsa de instancias delangstring_type; SPM: 20 instancias.	-	IEEE RCD: langstring_type (4000).
Metadata	Elemento para extender IEEE RCD. Sirve para diferenciar los elementos originales de los de extensión.	Una por cada competencia descrita.	1	-	metadata_type.
Verb	Lista de verbos relacionados con el desarrollo de la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1 o más valores del vocabulario; SPM indefinido.	Vocabulario compuesto por los verbos definidos en el estándar LOM-ES (Aenor, 2010).	Vocabulario.
topic	Lista de tópicos propios del área de conocimiento en el que se enmarca la competencia. Se busca que sean estándar, por ejemplo, a partir de un temario formal.	Una por cada competencia descrita	1, bolsa de langstring_type; SPM indefinido.	-	langstring_type (1000)
context	Describe las situaciones de aplicación de la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1, es una bolsa de langstring_type; SPM indefinido.	-	langstring_type (1000).
proficiency_level	Nivel mínimo requerido, cualitativa o cuantitativamente, para concluir que un estudiante es competente o no.	Una o dos por cada competencia descrita, dependiendo de si se usa escala cualitativa, cuantitativa o ambas.	1	-	
level_scale	Escala utilizada para definir proficiency_level.	Una para instancia de proficiency_level.	1 valor del vocabulario.	Cuantitativa, cualitativa.	Vocabulario.
Level_value	Valor mínimo requerido para proficiency_level.	Una para cada instancia de proficiency_level.	1 valor, sea characterstring o del vocabulario.	Dependiente del valor de level_scale. Para una escala cuantitativa, el level_value es un decimal entre 0 y 1. Para una escala cuantitativa, los posibles valores son: muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto.	Iso 10646: Characterstring (100) o Vocabulario.
general_competency	Define si la competencia es general (i.e., que contiene otras más específicas).	Una por cada competencia descrita.	1 valor del vocabulario.	Verdad, falso.	Vocabulario.

level	El grado de educación en el que se desarrolla la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1 opción del vocabulario.	Valores de la clasificación internacional normalizada de la Unesco (Unesco, 2011).	Vocabulario.
area	Área de conocimiento asociado a la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1, bolsa de Characterstring: SPM no especificado.	Valores de la nomenclatura para los campos de las ciencias y las tecnologías de la Unesco (Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2011).	Iso 10646: Characterstring (100).
dimension	Clasificación formal de la competencia de acuerdo a un criterio específico.	Una por cada competencia descrita.	1	Dependiente del sistema educativo de cada país o institución.	Iso 10646: Characterstring (100).
SegmentRef	Lista de identificadores de los segmentos a los que está asociada la competencia.	Una por cada competencia descrita.	1, bolsa de characterstring.	-	Iso10646: Characterstring (100).
LearningResource	Elemento de MLR que contiene la descripción de un solo contenido de VoD.	Una por cada contenido descrito.	1	-	CVoDM: LearningResourceType.
LearningMethod	Método de aprendizaje usado en el contenido de VoD.	Una por cada contenido de VoD.	1	-	Iso10646: Characterstring (1000).
AudienceLevel	Categoría que contiene información sobre quienes tienen la capacidad de entender el contenido de VoD desde el punto de vista educativo.	Una por cada contenido de VoD.	1	-	CVoDM: AudienceLevelType.
MinimumAge	Edad mínima promedio a partir de la cual es posible entender el contenido de VoD.	Una por cada contenido de VoD.	1	-	Enteros, Iso 10646: Characterstring (1000).
MaximumAge	Edad máxima promedio hasta la cual es posible entender el contenido de VoD.	Una por cada contenido de VoD.	1	-	Enteros, Iso 10646: Characterstring (1000).

Fuente: Elaboración propia.

CVoDMTool: herramienta de descripción con base en CVoDM

Una contribución del presente trabajo es la herramienta CVoDMTool, la cual soporta el esquema de metadatos CVoDM. Sus funcionalidades permiten describir contenidos de VoD en torno a competencias educativas o contenidos y competencias por separado. Debido a que el esquema no define un *binding*

aún la versión de CVoDMTool es beta, almacenando las descripciones en una base de datos y con unas interfaces mejorables. Sin embargo, posibilitó el desarrollo de un caso de aplicación cuyo propósito fue generar un grupo de descripciones de contenidos y competencias. Posteriormente, se realizaron consultas sobre tales descripciones, cuyos resultados permitieron evaluar el esquema de metadatos a través de métricas de clasificación (i.e., *precision* y *recall*).

La figura 4 presenta la GUI de CVoDMTool. Las funciones principales son tres: crear contenido, crear competencia y describir contenido. Cada campo corresponde a un metadato específico del esquema CVoDM. Para crear un contenido (figura 4a), inicialmente se indican los contenidos que serán descritos y posteriormente se definen valores para *Title* y *ProgramUrl* (i.e., el servicio de VoD donde se ubica el contenido). Además, la interfaz presenta la lista de contenidos creados, permitiendo eliminarlos o editarlos. Para crear una competencia (figura 4b) CVoDMTool permite definir valores para los metadatos del esquema (p. ej., *dimension*, *area*, *level*). Además, gráficamente se diferencian las competencias generales de las específicas.

Finalmente, CVoDMTool posibilita la descripción del contenido, integrando los elementos de OA y de competencias, lo cual se realiza en tres etapas. La primera, consiste en describir el contenido a partir de sus características generales, haciendo uso de elementos como *Synopsis*, *Language*, *CaptionLanguage*, *Duration*, *SignLanguage* y *Keyword*. La segunda etapa se enfoca en describir el contenido a partir de características de los OA, haciendo uso de los elementos *Audience*, *AudienceLevel*, *LearningMethod*, *MinimumAge* y *MaximumAge*. En la tercera etapa se relaciona cada contenido con una o más competencias. Para esto, se crean segmentos del contenido, indicando los tiempos de inicio y fin a través de *SegmentLocator*. Posteriormente, los segmentos se asocian a una o más competencias, añadiendo a la descripción de la competencia la lista de *segmentId* de los segmentos asociados. Los segmentos creados se presentan en la interfaz, señalando su ubicación dentro de la reproducción. Para facilitar todo este proceso, la GUI permite la reproducción del contenido.

Metodología

Visión general

El propósito de la evaluación fue responder las siguientes preguntas de investigación: 1) considerando

que CVoDM incluye una extensión del IEEE RCD, proponiendo el uso de nuevos metadatos para enriquecer las descripciones de competencias, ¿son estos válidos de acuerdo a la percepción de los docentes?; 2) ¿qué ventajas ofrece VCoDM en tareas de recuperación de información?

Para dar respuesta a estas preguntas se desarrollaron dos evaluaciones independientes. La primera se centró en evaluar la validez de los nuevos metadatos para describir competencias, lo cual permitió establecer si en una eventual aplicación los docentes entenderán, aceptarán y aplicarán CVoDM. Por fuera de esta evaluación quedaron los elementos de TV-Anytime, IEEE RCD y MLR debido a que son estándares bien aceptados. La segunda se enfocó en medir las métricas *precision* y *recall* en la recuperación de contenidos de VoD educativos descritos con CVoDM, en comparación con el modelo de descripción de Youtube en el marco de un caso de aplicación.

Participantes

Tanto la primera como la segunda evaluación fueron desarrolladas con $N = 12$ participantes, profesionales con experiencia entre 4 y 20 años en la docencia de educación básica, media o superior, con conocimientos en pedagogía y experiencia en el uso de las TIC en sus procesos de enseñanza (p. ej. VoD y blogs). Además, dos participantes adicionales, con un perfil similar al ya mencionado, realizaron tareas de descripción de competencias y contenidos de VoD en un caso de aplicación en el que se enmarcó la segunda evaluación.

Procedimiento

La primera evaluación constó de tres fases: 1) la introducción, en la cual se describió el propósito de la evaluación a cada participante; 2) la ejecución de la evaluación, donde los participantes describieron un grupo de competencias generales y específicas a través del grupo de nuevos metadatos de CVoDM. El propósito fue que los participantes

experimentaran y razonaran acerca de la validez de los metadatos propuestos mientras ejecutaban la evaluación; y 3) recolección de información, en la cual cada participante llenó un cuestionario útil para identificar la validez de los metadatos propuestos para la descripción de competencias.

Las tres fases se realizaron de forma remota a través de un formulario web, en el que inicialmente los participantes seleccionaron una competencia general, tomada de los estándares de competencias del MEN, la más cercana a su área de conocimiento. Posteriormente, se solicitó describirla utilizando los metadatos propuestos. Este mismo procedimiento se realizó con competencias específicas relacionadas con la general seleccionada inicialmente. Finalmente, respondieron un cuestionario con un grupo de preguntas acordes con la evaluación de validez de metadatos propuesta por Vargas *et al.* (2014).

La segunda evaluación estuvo ligada a un caso de aplicación que constó de dos fases y sus correspondientes subfases. En la primera, se describió un grupo de contenidos del área de matemáticas tomados de Youtube, usando el esquema CVoDM por medio de CVoDMTool. La segunda fase consistió en evaluar los resultados de un grupo de consultas, en un servicio básico basado en SQL desarrollado para tal fin, por medio de las métricas *precision* y *recall*. Una descripción más detallada de las fases se presenta a continuación.

Fase 1: descripción de contenidos de VoD usando CVoDM

La fase de descripción fue desarrollada por dos profesionales del área de matemáticas con experiencia docente. A su vez, esta fase constó de tres subfases.

– Subfase 1-1: selección los contenidos

Previo a la descripción, los dos participantes seleccionaron el grupo de contenidos. Para esto se basaron en los estándares de competencias

(i.e., competencias generales) definidos por el MEN (2006), a partir de los cuales definieron 70 competencias específicas según su criterio y experiencia. Posteriormente, analizaron y seleccionaron los contenidos del canal *Clasemáticas* de Youtube más relacionados con tales competencias. Al final, fueron 30 los contenidos seleccionados sobre los que se realizaron las consultas.

– Subfase 1-2: descripción de competencias

Los participantes describieron las 70 competencias usando CVoDM por medio de CVoDMTool usando los elementos: *title*, *description*, *level*, *dimension*, *area*, *verb*, *topic* y *context*.

– Subfase 1-3: descripción de los contenidos

Los participantes realizaron la descripción de los contenidos seleccionados inicialmente. Para esto, aplicaron la segmentación, identificando el intervalo de tiempo en el que se desarrolla una competencia específica dentro del contenido. Esto dio como resultado 104 segmentos a los que se asociaron las 70 competencias, presentándose los siguientes casos: 1) segmentos que contemplan más de una competencia; 2) una misma competencia presente en más de un segmento dentro del mismo contenido; 3) un segmento en todo el contenido, o lo que es lo mismo, una sola competencia desarrollada en todo el contenido; 4) intersección de segmentos con diferentes competencias. En este punto, los contenidos quedaron descritos en segmentos y estos en función de las competencias, almacenados en una base de datos.

La Tabla 2 presenta un ejemplo de descripción de un contenido, en la cual se observa la aplicación de CVoDM para describir las características de los conceptos (i.e., contenido, segmento y competencia) y cómo se establecen relaciones entre ellos a través de sus identificadores.

Tabla 2. Ejemplo de descripciones realizadas.

Contenido	Segmento				Competencia					
	Program Id	Segment Id	Segment Locator	Program Ref	title	Identifier	verb	topic	Context	Segment Ref
Suma y resta con fracciones	Y-j8Y6V U X9Q	L8- V2-S1	0:00- 0:29	Y-j8Y6V UX9Q	Desarrollo sumas de fracciones	SS- PN-04	Desarrollar	Propiedades de la suma. Suma de fracciones	Suma aritmética.	L8-V2-S1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Cadena de consultas para C1.

SQL	Youtube
<pre>SELECT DISTINCT p.title, p.resource_idenfier FROM Program p, Segment s WHERE p.ProgramId = s.ProgramRef AND s.SegmentId IN (SELECT sc.SegmentId FROM SegComp sc, Competency c WHERE sc.Idenfier = c.Idenfier AND c.verb='reconocer' AND c.topic='fracciones' AND c.context='ejercicios con números racionales') ORDER BY p.title</pre>	<p>"clasematicas" + "reconocer" + "fracciones" + "ejercicios con números racionales"</p>

Fuente: Elaboración propia.

Fase 2: evaluación de CVoDM a través de un servicio de consultas usando métricas de clasificación

Con el propósito de concluir acerca de las ventajas que ofrece el esquema de metadatos propuesto en la recuperación de información, se compararon los contenidos de VoD recuperados por un servicio de consultas en SQL sobre las descripciones obtenidas en la fase 1, construido únicamente para tal fin, con los recuperados por Youtube, teniendo en cuenta la experimentación realizada por Rekik, Boukadi y Ben-abdallah (2015). Para esto fue imperativo igualar las condiciones entre las consultas de un servicio y otro, para lo cual: 1) las consultas fueron realizadas sobre el mismo grupo de contenidos, específicamente del canal *Clasemáticas* de Youtube; 2) las cadenas de consulta en Youtube estuvieron conformadas por términos clave conectados por operadores lógicos, de tal forma que el nivel de expresividad fuera equivalente al de SQL

(i.e., no se hizo uso de alguna forma de consulta en lenguaje natural). En la evaluación, los 12 participantes analizaron si los resultados de las consultas realizadas sobre las descripciones de la fase 1 y Youtube correspondieron a las consultas en sí. En consecuencia, se obtuvieron medidas de *precision* y *recall*, las cuales permitieron evaluar el esquema de metadatos propuesto. Estas métricas están definidas en (1) y (2) respectivamente.

$$P_u = \frac{|Hits_u|}{|recset_u|} \quad (1)$$

$$R_u = \frac{|Hits_u|}{|testset|} \quad (2)$$

Donde $Hits_u$ es el número de resultados relevantes en la consulta para el usuario un evaluador u , $recset_u$ es el número de resultados obtenidos en la consulta y $testset$ es el total de contenidos sobre los que se realiza la consulta. A continuación, se presentan algunas de las consultas realizadas.

En total fueron 16, las cuales están basadas en los atributos de las competencias, cada una con su identificador.

C1. *Verb*: reconocer, *Topic*: fracciones y *Context*: ejercicios con números racionales.

C2. *Verb*: reconocer y *Context*: ejercicios con números racionales.

C7. *Level*: sexto-séptimo y *Dimension*: pensamiento numérico.

Como ejemplo, en la tabla 3 están consignadas las cadenas de consulta usadas en SQL y Youtube para C1.

Resultados

La figura 5 resume los resultados de la evaluación para responder a la primera pregunta de investigación planteada inicialmente: considerando que CVoDM incluye una extensión del IEEE RCD, proponiendo el uso de nuevos metadatos para enriquecer las descripciones de competencias, ¿son estos válidos de acuerdo a la percepción de los docentes? Los resultados se presentan de acuerdo a cada una de las preguntas planteadas a los participantes en el cuestionario.

Según los resultados de la figura 5a, la mayoría de metadatos son considerados como entendibles,

con un número de veces seleccionado inferior o igual a dos. El metadato *dimension* fue considerado como difícil de entender siete veces. Estos resultados permiten concluir que los nuevos metadatos son entendibles, aunque *dimension* resulta ambiguo, ya que una competencia podría clasificarse de diferentes maneras según múltiples criterios, metas de aprendizaje y sistemas educativos. En un trabajo futuro, *dimension* puede ser definido más específico y acotado por medio de vocabularios controlados. Según los resultados de la figura 5b, se concluye que todos los metadatos son adecuados para describir competencias generales, siendo algunos seleccionados como no adecuados como máximo dos veces. Así mismo, la figura 5c permite concluir que los metadatos son adecuados para describir competencias específicas.

Con respecto a la segunda pregunta de investigación: ¿qué ventajas ofrece VCoDM en tareas de recuperación de información?, de acuerdo al criterio de los participantes evaluadores en las figuras 6a y 6b se presentan los resultados promedio de *precision* y *recall* para CVoDM y Youtube respectivamente. En cuanto a *precision*, se buscó medir qué porcentaje de los contenidos recuperados son relevantes para cada consulta en sí y que podrían ser útiles en un caso real. Se observan valores más altos de *precision* para las consultas sobre las descripciones basadas en CVoDM en comparación

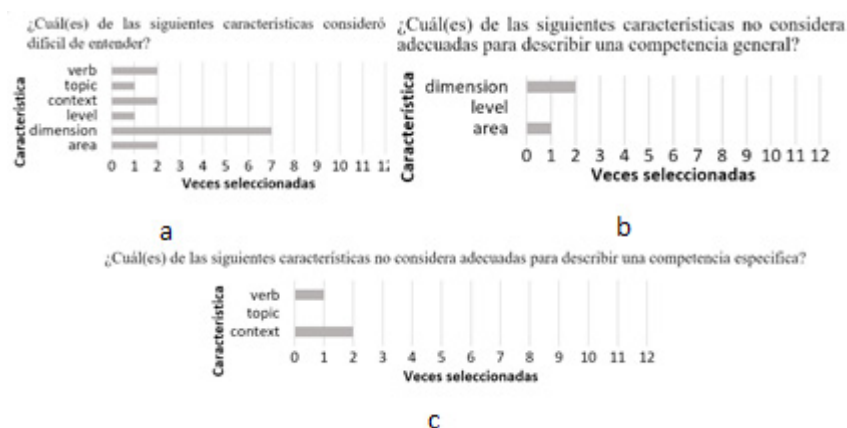


Figura 5. Resultados sobre la validez de CVoDM para describir competencias.

Fuente: Elaboración propia.

con Youtube. Por ejemplo, para cuatro de las consultas realizadas sobre CVoDM, *precision* estuvo por encima de 0.8, lo cual significa que el 80% de los resultados recuperados fueron relevantes con cada una de esas consultas. En general, *precision* no estuvo por debajo de 0.5 en las consultas realizadas. Así mismo, en algunos casos no se obtuvieron resultados de *precision* en Youtube, lo cual significa que no fue posible recuperar contenidos en algunas consultas. En cuanto al análisis de *recall*, se buscó medir el porcentaje de contenidos relevantes para cada consulta, de la cantidad total disponible. Se observa que el valor está por encima de cero para CVoDM, mientras que para algunas consultas en Youtube no fue posible recuperar contenidos.

En un análisis combinado se buscó verificar la cantidad de consultas para las cuales se obtuvo un valor de *precision* alto y *recall* bajo. Este criterio permitió evaluar si CVoDM permite recuperar una cantidad de contenidos baja con respecto al total, que son realmente relevantes. En una situación real, este caso ideal podría ser deseable en servicios como buscadores y sistemas de recomendaciones ya que presume un aporte de tiempo reducido para los usuarios en la recuperación de contenidos ajustados a sus necesidades. Se observa que el caso ideal se presentó en seis de las consultas sobre CVoDM, con *precision* por encima de 0.6 y *recall* por debajo de 0.2; mientras que en

Youtube, el caso ideal se presentó únicamente en la consulta C8 y se acercó en la C11. Notar que estas consultas están determinadas por un solo elemento (i.e., *dimension* y *topic* respectivamente), lo cual sugiere que el modelo simple de Youtube, basado principalmente en un título, descripción y palabras clave, es usado por quienes publican videos educativos para generar descripciones en torno a los temas y la dimensión del contenido; mientras que el caso ideal se presentó en CVoDM en consultas compuestas por más de un elemento.

Conclusiones

CVoDM es un esquema de metadatos que integra los estándares TV-Anytime, MLR, IEEE RCD y un grupo de nuevos metadatos. Provee los elementos necesarios para una descripción enriquecida de contenidos educativos de VoD en torno a las competencias, lo cual puede ser útil para su clasificación y recuperación en diferentes aplicaciones. Para hacerlo compatible con otras aplicaciones de los estándares mencionados, CVoDM salvaguarda una estructura modular y lógica entre el contenido, su ubicación, características de OA, segmentos y las competencias.

Además, CVoDM ofrece una descripción enriquecida de las competencias, añadiendo unidades de información más pequeñas en comparación con el bien conocido campo *description* del IEEE

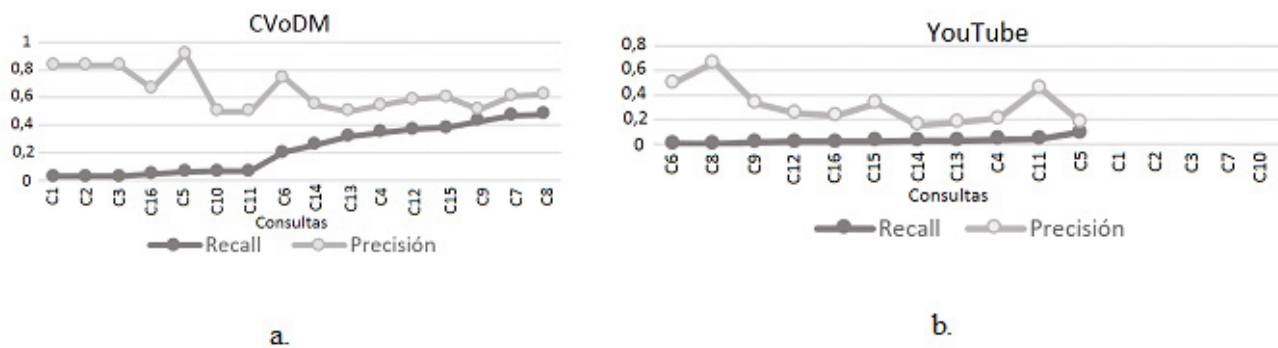


Figura 6. Resultados de precision y recall.
Fuente: Elaboración propia.

RCD (también utilizado en aplicaciones como Youtube). Esto lo hace potencialmente idóneo para la aplicación de técnicas actuales de procesamiento de información (p. ej., minería de datos, web semántica) en tareas de recuperación.

De acuerdo con las evaluaciones realizadas, los nuevos elementos son útiles, entendibles y adecuados para la descripción de competencias. Esto los hace válidos para su uso en futuras aplicaciones.

CVoDMTool es una herramienta de descripción de contenidos de VoD que soporta el esquema CVoDM. En este trabajo se presentó una versión beta, la cual no obedece a un *binding* aún (dado que el esquema no tiene uno), por lo que almacena las descripciones en bases de datos. Fue utilizada para obtener descripciones de contenidos tomados de Youtube, las cuales fueron aprovechadas para desarrollar la evaluación comparativa de CVoDM con respecto al modelo de descripción usado por Youtube. De acuerdo con los resultados de *precision* y *recall*, CVoDM permite recuperar contenidos más ajustados a las características de las competencias que el modelo de descripción de Youtube.

Sin embargo, no se pone en duda el éxito de Youtube en la recuperación de información, sino que se plantea que su modelo depende en gran medida de la calidad de las descripciones que los usuarios puedan generar; mientras que CVoDM hace explícitos los elementos necesarios para enfocar los contenidos hacia las competencias, siendo una guía en las labores de descripción. El uso de las competencias en la descripción de OA está aún lejos de concluir, dada la subjetividad en los conceptos en torno a ellas. Sin embargo, CVoDM ofrece un punto de partida, que puede ser enriquecido con más elementos y vocabularios controlados, y extendido a otros tipos de OA (p. ej., documentos y páginas web). De ahí que se plantea en un futuro cercano medir las posibilidades que ofrece en el uso de técnicas de minería de datos y web semántica, en diferentes aplicaciones, tales como descripciones automáticas de OA, buscadores y sistemas de recomendación. Así mismo, se buscará desarrollar un *binding* compatible con los

de todos los estándares de metadatos involucrados en el trabajo.

Agradecimientos

Agradecimientos al proyecto UsabiliTV, financiado por Colciencias, con ID 1103 521 2846 y a la Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP) por su apoyo económico.

Referencias bibliográficas

- Aenor. (2008). UNE-ISO 23081-1:2008. Información y documentación. Procesos de gestión de documentos. Metadatos para la gestión de documentos. Parte 1: Principios.
- Aenor. (2010). Perfil de aplicación LOM-ESV1.0. Recuperado de: <http://educalab.es/recursos/lom-es>
- Andelsberger, H. H., Sampson, D. y Pawlowski, J. M. (2008). Competence models in technology-enhanced competence-based learning. *Handbok on Information Technologies for Education and Training*, 33(3), 155-178.
- Ariadne. (2004). *Foundation for the european knowledge pool*. Recuperado de: <http://www.ariadne-eu.org/>
- Brockmann, M., Clarke, L. y Winch, C. (2009). Competence and competency in the EQF and in European VET systems. *Journal of European Industrial Training*, 33(8), 817-837.
- CanCore. (2006). *CanCore Learning Resource Metadata Initiative*. Recuperado de: <http://cancore.athabascau.ca/en/>
- Centre for educational technology interoperability standards. (2008). The UK LOM Core home page. Recuperado de <http://zope.cetis.ac.uk/profiles/uklomcore/>
- Correia, M. y Iano, Y. (2015). SCORM-MPEG: an Ontological Approach of Interoperable Metadata for Multimedia e-Learning. *International Journal of Computer Systems*, 2 (5), 216-221.
- DCMI Education Community. (2016). Dublin Core Metadata Initiative. Recuperado de <http://dublincore.org/groups/education/>

- Delgado, J. y Covadonga, R. (2010). Perfiles de aplicación multimedia basado en estándares: un caso concreto para la UNED. *Inteligencia artificial*, 14(47), 1-26.
- Dublin Core Metadata Initiative. (2016). *Metadata Dublin Core innovation*. Recuperado de: <http://dublincore.org/>
- Durán, D. y Arciniegas, J. (2013). Architecture for the video on demand service deployment on IPTV, based on interactivity and recommender systems. *Iteckne*, 10(1), 77-89.
- Duval, Hodgins, E., Sutton, W. y Weibel, S. (2002). Metadata principles and practicalities. *D-Lib Magazine*, 8(4), 1-16.
- European Telecommunications Standards Institute. (2011). ETSI TS 102 822-3-1. Recuperado de http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102_800_102899/1028220301/01.07.01_60/ts_1028220301v010701p.pdf
- Frantzi, M., Moumoutzis, N. y Christodoulakis, S. (2004). A methodology for the integration of SCORM with TV-Anytime for achieving interoperable digital TV and e-learning applications. *Conference on advanced learning technologies*, 13, 636-638.
- Hoel, T. y Mason, J. (2011). Expanding the scope of metadata and the issue of quality. 19th *International conference on computers in education*. Recuperado de: http://hoel.nu/publications/ICCE_workshop_paper_Hoel_Mason2011-final.pdf
- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2008). 1484.20.1-2007 - *IEEE Standard for Learning Technology - Data Model for Reusable Competency Definitions*. Recuperado de: <https://www.doleta.gov/usworkforce/pdf/2007-ieeecom.pdf>
- IEEE Working Group. (2002). *IEEE 1484.12.1*. Recuperado de: <https://standards.ieee.org/findstds/standard/1484.12.1-2002.html>
- Interoperable content for performance in competency-driven society. (2015). *ICOPER Learning Outcome Definitions schema*. Recuperado de: <http://www.cetis.org.uk/inloc/LOD>
- Marques, P. (2010). *Los vídeos educativos: tipología, funciones, orientaciones para su uso*. Recuperado de: <http://peremarques.pangea.org/videoori.htm>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2004). *Una llave maestra, las TIC en el aula*. Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87408.html>
- MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf.pdf
- MEN. (2013). Las competencias como eje rector de la calidad educativa. Recuperado de: http://sabes.edu.mx/redi/4/pdf/SABES_4_2MARIAPDF_V1.pdf
- Morales, E., García, F., Campos, R. y Astroza, C. (2013). Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje. *Informática educativa: avances y experiencias*, 33, 9-19.
- Polo, J., Caldera, J. y Poveda, I. (2011). Metadatos y audiovisual: iniciativas, esquemas y estándares. *Documentación de las ciencias de la información*, 34, 45-64.
- Pons, D., Hilera, J. y Pagés, C. (2011). ISO/IEC 19788 MLR: un nuevo estándar de metadatos para recursos educativos. *IEEE-RITA*, 6(3), 140-145.
- Rao, N., y Ramesh, V. (2012). Defining competencies of a course as per standards. *IEEE Global Engineering Education Conference*, 1, 1-7.
- Rekik, M., Boukadi, K. y Ben-abdallah, H. (2015). Cloud Description Ontology for Service Discovery and Selection. *Proceedings of the 10th international conference on software engineering and applications*, 1, 26-36.
- Sarsa, J. (2015). Caracterización de contenidos de e-learning mediante un subconjunto reducido y racional de metadatos. *Congreso Internacional Virtual Educa*. Barcelona, España.
- Secretaría de Estado de investigación, desarrollo e innovación. (2011). *Nomenclatura Internacional de la Unesco para los campos de Ciencia y Tecnología*. Recuperado de: [Revista Científica • ISSN 0124-2253 • e-ISSN 2344-2350 • Bogotá-Colombia • No. 28 • pp. 42-59](http://www.idi.</p></div><div data-bbox=)

mineco.gob.es/portal/site/MICINN/m.8ce192e-94ba842bea3bc811001432ea0/?vgnnextoid=363ac9487fb02210VgnVCM1000001d04140aR-CRDyvgnnextchannel=28fb282978ea0210Vgn-VCM1000001034e20aRCRD

Serrano, J., Romero, F. y Olivas, J. (2013). Hiperion: A fuzzy approach for recommending educational activities based on the acquisition of competences. *Information sciences*, 248, (1), 114-129.

Unesco. (2011). *Clasificación internacional normalizada de la educación*. Recuperado de <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/isced-2011-sp.pdf>.

Vargas, A., Baldassarri, S. y Arciniegas, J. (2014). Marking up educational multimedia content in iptv environments: a proposal. *Communications in computer and information science*, 389, 35-48.





Consideraciones para un programa de desarrollo profesional que orienta al profesor a reconceptualizar su enseñanza

Considerations for Professional Development Program that guides the teacher to reconceptualize teaching

Considerações Programa de Desenvolvimento Profissional para que orienta o professor para reconceituar o ensino

Eduardo Ravanal-Moreno¹

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Ravanal-Moreno, E. (2017). Consideraciones para un programa de desarrollo profesional que orienta al profesor a reconceptualizar su enseñanza. *Revista Científica*, 28, 60-71. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a5](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a5)

Resumen

Las demandas por una enseñanza de calidad ponen el acento indiscutiblemente en el rol del profesor. Por lo tanto, se debe contribuir a su desarrollo a partir de programas focalizados en los requerimientos y necesidades profesionales que exige una enseñanza de calidad. En ese marco, un sistema de desarrollo profesional que enfatiza en la actualización y perfeccionamiento del profesor sobre la disciplina y las técnicas de enseñanza, como lo plantea la política pública en Chile, quizás, no sea la solución plausible para promover una enseñanza de calidad por la racionalidad técnica que lo orienta. El artículo busca aportar a la discusión sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) como un eje para el desarrollo profesional del educador de biología por su alta incidencia en la enseñanza. Se presta atención a los aspectos implicados en el desarrollo profesional y al conocimiento didáctico como un requerimiento profesional necesario para la enseñanza. Se proponen algunas consideraciones para el diseño de un programa de desarrollo profesional que oriente

al profesorado a cambiar su epistemología personal para una nueva conceptualización de la práctica pedagógica, entre ellas: 1) trabajar con el profesorado desde sus preocupaciones profesionales en una plano cognitivo, contextual y situado; 2) promover una actividad de reflexión que favorezca el tránsito entre los dominios: personal, fuentes, práctico y de consecuencia de enseñanza; y, 3) discutir teóricamente los nuevos cuestionamientos para enfrentar las dificultades de la enseñanza y reestructurar el CDC del profesor.

Palabras Clave: desarrollo profesional, conocimiento didáctico del contenido, profesor, problemas de la enseñanza, aprendizaje.

Abstract

The demands for quality education undoubtedly emphasize the role of the teacher, therefore, there must be a contribution to its development from programs that focus on professional requirements and needs as required for quality education. In this context, a system of professional development that emphasizes the

¹ Universidad Central de Chile. Santiago, Chile. Correo: lravanalm@uccentral.cl

updating and improvement of teacher on discipline and teaching techniques as suggested by public policy in Chile, perhaps, is not a plausible solution to promote quality education, due to the technical rationality that guides it. The article seeks to contribute to the discussion on the pedagogical content knowledge as a hub for professional development biology teacher for its high incidence in teaching. Attention is paid to the aspects involved in professional development and professional teaching knowledge as a necessary requirement for teaching. Some considerations for the design of a professional development model to guide teachers to change their personal epistemology for a new conceptualization of pedagogical practice, including proposed: 1) work with teachers from their professional concerns at a cognitive level, contextual and situated, 2) to promote reflection activity that encourages transit between staff, sources, practical and result of teaching domains, 3) to discuss theoretically the new questions to face the difficulties of teaching and re-structure the pedagogical content knowledge of teacher.

Keywords: professional development, pedagogical content knowledge, teacher, problems of teaching, learning.

Resumo

As demandas por uma educação de qualidade, sem dúvida, enfatizar o papel do professor, portanto, deve contribuir para o seu desenvolvimento de programas que incidem sobre requisitos e necessidades exigidas educação de qualidade profissional. Neste contexto, um sistema de desenvolvimento profissional, que enfatiza a atualização e melhoria dos professores em técnicas de disciplina e de ensino como sugerido política pública no Chile, talvez, não a solução plausível para promover a educação de qualidade para racionalidade técnica que orienta. O artigo pretende contribuir para a discussão sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo como um hub para profissional de professores o desenvolvimento da biologia por sua alta incidência no ensino. Atenção é dada aos aspectos envolvidos no desenvolvimento profissional e conhecimento profissional docente como um requisito necessário para o ensino. algumas considerações para a concepção de um modelo de desenvolvimento profissional para orientar os professores a mudar a sua epistemologia pessoal para uma

nova conceituação de prática pedagógica, incluindo a proposta: 1) trabalhar com professores de suas preocupações profissionais a um nível cognitivo, contextual e situado, 2) promover a atividade reflexão que incentiva o trânsito entre o pessoal, fontes, prático e resultado de domínios do ensino, 3) discutir teoricamente as novas questões para enfrentar as dificuldades de ensino e re-estrutura o conhecimento didático conteúdo do professor.

Palavras chave: desenvolvimento profissional, conhecimento pedagógico do conteúdo, professor, os problemas de ensino, aprendizagem.

Introducción

Educación de calidad es la consigna que en estos tiempos ha motivado las movilizaciones de los estudiantes y la discusión política para una nueva reforma educacional en Chile. Intereses que, por cierto, no son ajenos a la ciudadanía y a cada familia chilena que desea que sus hijos la reciban. Junto con ello, los profesores exigen mejores condiciones laborales para desarrollar de buena forma su trabajo docente y el Gobierno piensa en cómo enfrentar la desigualdad, la inequidad y la calidad en la enseñanza para todos, considerando la complejidad de las demandas de cada uno de los actores: profesores, estudiantes, familias y sociedad.

No obstante, la posibilidad de responder a las exigencias sociales de una educación de calidad está en manos de los profesores y del apoyo irrestricto del Estado, que hoy se traduce en algunos aspectos clave de la Política Nacional Docente, como por ejemplo: la creación de un sistema nacional de inducción para docentes principiantes que busca el acompañamiento del profesor novel a través de mentorías, como también la trayectoria de desarrollo profesional que exigen al profesorado demostrar sus competencias, experiencias y saberes en el sistema de reconocimiento para nuevas responsabilidades y progreso profesional. En ese sentido, ¿cómo ampliar el apoyo al profesorado? Tema simple y a la vez complejo: respondiendo a sus demandas a partir de la identificación de los

problemas de la enseñanza (Álvarez, 2013; Porlán y Riveros, 1998), que constituyen, a su vez, auténticos andamios de desarrollo para la construcción de conocimiento didáctico del contenido (CDC) por el carácter contextual y situado (Borko, 2004) que adopta un problema de enseñanza.

Considerando estas primeras ideas, el artículo se centra en el profesorado de ciencias en general, particularmente por la experiencia y conocimiento construido en los últimos años (Ravanal y Quintanilla, 2010; Ravanal y Quintanilla, 2012; Ravanal, Quintanilla y Labarrere, 2012) y su objetivo central es relevar la importancia del desarrollo profesional en la construcción del conocimiento didáctico y del aprendizaje del profesor de biología en pos de mejorar su práctica de enseñanza.

Desarrollo profesional docente

El carácter polisémico del concepto de *desarrollo profesional docente* lleva a adoptar un enfoque para su conceptualización. En ese afán, lo primero es entender que el profesor es un profesional de la enseñanza (Marcelo, 2009). Como segundo punto, el desarrollo profesional es una oportunidad de aprendizaje activo y contextual para el profesor, por ello, su rol debe ser protagónico, crítico y reflexivo. Finalmente, el desarrollo profesional debe propender a identificar los requerimientos del profesor para que pueda abordar las dificultades de su práctica con sentido, valor y eficacia. Además, es el diseño de un proceso evolutivo que promueve el aprendizaje de este en pro de modificar su epistemología personal de la enseñanza, considerando sus necesidades y requerimientos personales y profesionales. Resulta importante, entonces, comprender ampliamente el ejercicio docente para comenzar a identificar, caracterizar, problematizar y reflexionar respecto del CDC con el objetivo central de mejorar la práctica docente (Soine y Lumpe, 2014) y los aprendizajes de los estudiantes.

Un requerimiento profesional necesario e importante para la enseñanza en el profesor es el conocimiento deseable para la *enseñabilidad* de

su materia: el CDC. Si se centra el interés en ese tipo de conocimiento —un requerimiento profesional—, se entiende que el desarrollo profesional docente es un proceso focalizado en el conocimiento profesional (Herdeiro y Costa, 2013) que busca ampliar la comprensión de la naturaleza del conocimiento y del “llegar a conocer” para el profesor (Hofer, 2004). Esto deja entrever que el desarrollo profesional es un proceso evolutivo y continuo (Herdeiro y Costa, 2013) sobre cómo un profesor en su práctica aprende y transforma el conocimiento (Ávalos, 2011) para mejorar los resultados de aprendizaje (Wei *et al.*, 2013 citado en Kang, Cha y Ha, 2013), siempre que este desarrollo se centre en la relación entre los requerimientos docentes y las actividades diseñadas para el desarrollo profesional.

Desarrollo profesional docente: perspectivas y dominios

Cuando el desarrollo profesional se focaliza en el saber del profesor, en el aprendizaje activo de los estudiantes y en la participación colectiva del profesorado, se incrementan el conocimiento y las habilidades para enseñar (Desimone, 2009), lo que favorece el cambio de actitud, creencia y actuación del profesor para una mejora en el aprendizaje de los estudiantes. La conceptualización que se tenga de la enseñanza, por cierto, influye directamente en las decisiones del qué, cómo y para qué enseñar (Ravanal y López-Cortés, 2016). De ahí la importancia de promover procesos de desarrollo con y para el docente.

El desarrollo profesional docente distingue dos perspectivas para su comprensión, que son: la perspectiva cognitiva y situada (Borko, 2004). La perspectiva cognitiva reconoce que la acción de enseñanza deriva de las teorías implícitas, creencias, conocimientos y experiencias del profesor, por lo que un programa que busca el desarrollo profesional debe generar en él nuevos marcos de referencia para repensar y cambiar la práctica existente dentro de un sistema de aprendizaje definido

(Simon y Campbell, 2012). Complementa aquello la perspectiva situada, que considera y releva el contexto interactivo y social en el que se mueve un profesor, posibilitando la reflexión espacial y temporal (Marcelo, 2009). Ello favorece la construcción de un conocimiento particular y propio necesario para enseñar y abordar los problemas de la enseñanza en contexto (Nielsen, 2012).

Por cierto, la búsqueda de espacios de desarrollo para el profesorado son importantes de diseñar o visibilizar. Sin embargo, estos no pueden remitirse a capacitaciones o perfeccionamientos sobre “temas de profesor”, como pueden ser la capacitación sobre la disciplina o técnicas de enseñanza. Por el contrario, el desarrollo debe estar imbricado con el profesor y su aprendizaje (Soine y Lumpe, 2014), por lo que la capacitación o el perfeccionamiento se deben focalizar sobre las dificultades de la enseñanza de un profesor para construir un requerimiento profesional necesario (Velásquez, Flores y Tamayo, 2014) que permita superarlas, como es el CDC.

Si los propósitos de un sistema de reconocimiento profesional son promover cambios en el profesorado para una mejor práctica de enseñanza, entonces se debe promover el aprendizaje del profesor. En ese marco, la propuesta de Clarke y Hollingsworth (2002) tiene mucho sentido, dado que sostiene que el cambio de la práctica pedagógica no es una cuestión lineal como lo plantea Guskey (1986), un cambio en la práctica se traduce en un cambio en los resultados de aprendizaje y, por lo tanto, cambios en las creencias, conocimientos y aptitudes del profesor. Por el contrario, es un asunto que implica la intercomunicación entre cuatro dominios por donde el profesor transita y que constituyen andamios de desarrollo para un aprendizaje activo y significativo para él. Estos dominios son: 1) el *dominio personal*, el cual alberga los conocimientos, creencias y actitudes del profesor, en tanto, 2) el *dominio externo* contiene las fuentes de información externa o estímulos para el profesor, 3) el *dominio de la práctica* involucra la experiencia profesional y, 4) el *dominio de las*

consecuencias sería aquél relacionado con los resultados de la práctica de enseñanza (figura 1).

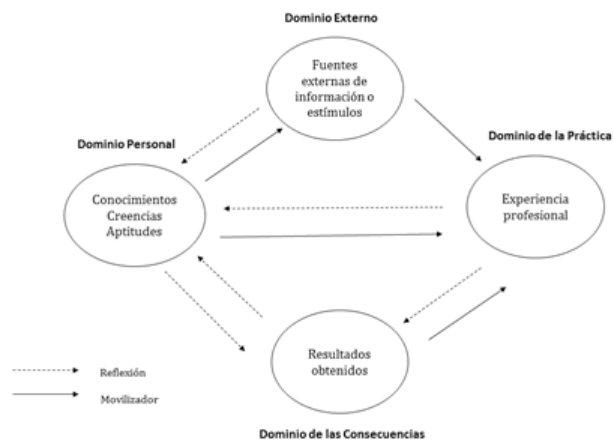


Figura 1. Modelo interconectado de Clarke y Hollingsworth.

Fuente: Clarke y Hollingsworth (2002).

Entendemos que un curso de capacitación o perfeccionamiento que instala nuevas ideas en el profesor no es el único referente para promover un cambio. Por el contrario, las fuentes externas o los resultados derivados de la práctica de enseñanza constituyen una posibilidad de cambio profesional para el profesorado, siempre que se haga consciente la dificultad de enseñanza en un marco de reflexividad (Vásquez *et al.*, 2007). Wongsopawiro (2012), trabajando con el modelo de Clarke y Hollingsworth para desarrollar el conocimiento didáctico de profesores de ciencias de Estados Unidos, observa que el *dominio de las consecuencias* juega un rol importante en el desarrollo del conocimiento didáctico y que el *dominio externo* es esencial en un programa de desarrollo que busca ampliar el conocimiento didáctico del profesorado. Por lo tanto, la orientación y énfasis de un perfeccionamiento docente para el desarrollo resultan ser cruciales y, por tanto, discutidos y analizados para dar respuestas reales a las demandas del profesorado y a la política pública.

El CDC: un requerimiento profesional para enseñar

El estudio del conocimiento profesional ha identificado al menos tres paradigmas para su abordaje (Fischer, Borowski y Tepner, 2012): uno de ellos referido a la personalidad, otro enmarcado en la enseñanza y aprendizaje (proceso-producto) y el tercero vinculado a la experticia del profesor como un sujeto que piensa y actúa mediado por la relación entre conocimiento pedagógico y conocimiento del contenido y del contexto (Duván, 2013), por lo que enfatiza en el conocimiento profesional docente.

Desde este último paradigma, Shulman (1987) realizó algunas aportaciones identificando siete conocimientos de un profesor necesarios para enseñar, entre ellos: del contenido, pedagógico general, curricular, de los aprendizajes, del contexto educacional, de los objetivos filosóficos e históricos de la educación y conocimiento pedagógico del contenido. De estos, el de mayor interés para la comunidad científica es el conocimiento pedagógico del contenido (CPC) o *pedagogical content knowledge* (PCK) o CDC, dado que permite al profesor planear la enseñanza de un tópico particular (reflexión sobre la acción) e implementar una enseñanza particular para lograr ciertos resultados de aprendizaje (reflexión en la acción) (Gess-Newsome, 2015). “Para enseñar o para hacer enseñables los contenidos —de la química— requeriríamos de la integración de unos conocimientos” (Parga, 2015, pp. 26-27) que son los que originan el CPC o CDC (Aydin *et al.*, 2015; Mora y Parga, 2015; Park y Oliver, 2008).

Posteriormente, Grossman (1990) propone un modelo del conocimiento del profesor que incluye cuatro componentes: conocimiento de la materia, conocimiento pedagógico general, CPC y conocimiento del contexto. Siendo el CPC un conocimiento integrador y distintivo del profesor que permite representar, organizar y adaptar un contenido educativo para el aprendizaje en el contexto escolar (Shulman, 1986). En ese marco, el PCK

resulta clave y a la vez un requerimiento profesional necesario para el profesor de ciencias (Velásquez *et al.*, 2015) que no solo debe saber de aquello, sino también saber usarlos para una enseñanza eficaz.

Desde esa perspectiva, dicho conocimiento o ese requerimiento profesional se concibe como una construcción que surge en el contexto de aula a partir del conocimiento del contenido que posee el profesor (Duván, 2013). Por tanto, es un conocimiento práctico orientado a la enseñanza (Mora y Parga, 2014) cuyas áreas son: el conocimiento disciplinar, el conocimiento pedagógico y conocimiento contextual (Grossman, 1990) a los cuales Mora y Parga (2015) agregan el conocimiento metadisciplinar con el objetivo de generar una reflexión mayor considerando la perspectiva histórica, epistemológica y compleja del CDC.

En algunos países hispanoparlantes como Chile, Colombia, México y Argentina, entre otros, se ha acuñado la expresión de CDC como referencia al PCK, develando en dicha construcción que el CDC es un conocimiento propio y diferenciador del quehacer de otros profesionales (Valbuena, 2007) dinámico, sistémico e integrador (Farré, 2014), asumido en el contexto disciplinar de la didáctica y su estrecho vínculo con la enseñabilidad de los contenidos (Mora y Parga, 2015). Por eso, se habla de CDC más que CPC o PCK.

Ahora bien, si el CDC es una construcción interna del profesorado que surge de la transformación e integración de los conocimientos académicos (Melo Niño, Cañada, Mellado y Buitrago, 2016) a partir del ejercicio profesional y la toma de conciencia de todo lo que implica la acción educativa, antes, durante y después, debemos generar espacios de reflexión y activación de conocimientos para su construcción. En ese plano, programas de desarrollo centrados en la actualización o profundización de tópicos de una disciplina *per se* puede restringir las posibilidades de ampliar el CDC en el profesor, dado que el foco no está en resolver los problemas de la enseñanza con teoría, sino más bien pensar que debemos

ampliar nuestros conocimientos disciplinares y pedagógico (Ley 20.903, Título III, art. 19, letra d), sin reconocer que el CDC es un requerimiento profesional necesario para enseñar y complementario a la formación disciplinar y pedagógica.

Programas de desarrollo profesional centrados en el CDC han demostrado un aumento del conocimiento sobre las dificultades del aprendizaje en profesores de física en formación (Karal y Alev, 2016). En tanto, Zhang *et al.* (2015) han usado el conocimiento didáctico como marco de referencia para examinar las necesidades de desarrollo profesional en profesores de ciencias. Compartiendo la idea de que el conocimiento didáctico es de naturaleza compleja (Nilsson, 2008), no podemos limitar su desarrollo a ejemplos de enseñanza de expertos (Van Driel y Berry, 2012), sino más bien a la identificación de dificultades de enseñanza que den sentido y valor a la actividad de reflexión docente para el aprendizaje profesional.

Investigación acerca de programas de desarrollo y una propuesta centrada en el desarrollo del CDC

El interés por el desarrollo profesional en distintos países radica en la búsqueda del fortalecimiento de la formación inicial y continua del profesor para mejores resultados de aprendizaje. En ese sentido, existen varias experiencias de desarrollo profesional como, por ejemplo, el *Module-based professional development for teachers* (San Antonio y Moral, 2011), utilizado para ampliar el conocimiento del contenido del profesor de matemáticas. Así, en Inglaterra se cuenta con el programa de *Cognitive acceleration through the science education* (Case) como una estrategia de enseñanza innovadora que busca el desarrollo de orden superior en los estudiantes (Adey, 1999). Dicho programa fue implementado en 22 profesores de ciencias y los resultados revelaron cambios en la técnica de cuestionamiento y en las oportunidades para que los estudiantes predigan los resultados de una tarea. Complementan estos estudios

los aportes de Crippen (2012), quien trabajó con 42 profesores de ciencia en un programa de desarrollo profesional (PDP) centrado en la argumentación buscando impactar en el conocimiento y en las creencias acerca de la ciencia en los profesores participantes. En tanto, Albergaria-Almeida (2010) diseñó un curso de desarrollo profesional de dos meses para tres profesores de biología y 59 estudiantes con el objetivo de promover el conocimiento sobre las preguntas en la clase de biología. Los resultados evidencian cambios en los tiempos de espera para generar una respuesta a una pregunta dada por el profesor, así como cambios en el número y tipos de preguntas que se formulan en la clase. Por cierto, estos conocimientos ampliados, el tipo e implementación de una pregunta en la clase de biología implican para el profesor reconocer un contenido específico, las finalidades para la enseñanza y para el aprendizaje y la promoción de un tipo de aprendizaje al menos, todas cuestiones que se configuran dentro del llamado CDC. De ahí su importancia de considerarlo un eje en un PDP.

Cuando el desarrollo profesional está centrado en el conocimiento del profesor (de la materia y de qué y cómo aprenden los estudiantes) éste influye en su conocimiento profesional general y su práctica de enseñanza (King *et al.*, 2013). De las iniciativas de desarrollo profesional comentadas se concluye que un programa de esta naturaleza influye de alguna manera en el profesor y su conocimiento, por lo que constituye un proceso clave para mejorar la escuela (Desimone, 2011), su enseñanza y sus resultados. Para ello, un PDP debe focalizar en el saber del profesor, en el aprendizaje activo de los estudiantes y la participación colectiva del profesorado (Desimone, 2009) para incrementar el conocimiento y las habilidades para enseñar, es decir, el CDC (Gess-Newsome, 2015).

Aun cuando son variadas las iniciativas de desarrollo profesional a nivel mundial y que Chile aún no adopta una manera efectiva para el aprendizaje profesional, se plantea aquí que un PDP que pretenda mejorar el desempeño profesional del

profesor debe necesariamente: 1) ser activo y estar imbricado con el aprendizaje del profesor (Soine y Lumpe, 2014); 2) focalizarse en requerimiento profesional necesario para enseñar un conocimiento específico (Desimone, 2009; Rozenszajn y Yarden, 2013; Van Driel y Berry, 2012); 3) atender a cuatro dominios para el crecimiento del profesor (Clarke y Hollingsworth, 2002); y 4) estar diseñado desde una perspectiva cognitiva y situada (Borko, 2004) para dar sentido y valor al proceso de aprendizaje profesional, evitando que aquello—el aprendizaje— sea descontextualizado y fragmentado para el profesor.

Propuesta de un PDP focalizado en el CDC

La escuela debe ser el sitio privilegiado que enseña a interpretar los hechos o fenómenos naturales o artificiales a partir de la promoción de un "hacer y pensar" teórico (Ravanal y Quintanilla, 2012). Ahora bien, si la ciencia en la escuela es un espacio diverso y rico de diálogos, debate, cuestionamientos y posibilidades de cambio y reestructuración de ideas como también el surgimiento de otras nuevas (Ravanal *et al.*, 2012), el profesor debe comenzar a virar hacia nuevos modelos teóricos que configuren una nueva conceptualización de la enseñanza de la ciencia —biología— en la escuela, sobre todo cuando la investigación ha demostrado que la enseñanza de la biología es, frecuentemente, tradicional-tecnicista (Ravanal *et al.*, 2012), centrado en una concepción de ciencia empiro-positivista (Pujalte, Adúriz-Bravo y Porro, 2015). Sin embargo, y a pesar de estar convencidos de que la conceptualización y las finalidades de la enseñanza de biología deben reorientarse para responder a las demandas del siglo XXI, esto resulta ser una cuestión difícil de lograr.

Tomando en cuenta aquello, hemos pensado en un PDP que responda la siguiente pregunta: ¿cómo orientar al profesorado para cambiar su conceptualización sobre la enseñanza de la biología? Para ello pensamos en un PDP que focalice en el desarrollo del CDC por su propiedad de conocimiento

integrador y movilizador de los otros conocimientos del profesor (Valbuena, 2007). Junto con ello, un PDP que valora las creencias, conocimientos y significados que el profesor otorga a cada acción pedagógica y didáctica, susceptibles de cambiar como consecuencia de la actividad de reflexión sobre lo que se hace (práctica) y sobre los resultados de su hacer (consecuencias) para promover un aprendizaje profesional situado y regulado producto de la reflexión sobre la acción (Perrenoud, 2007).

Consideraciones de PDP con eje en el CDC

El programa reconoce dos planos para el desarrollo del profesor de biología: un plano cognitivo que considere el pensamiento del profesor y un plano situado que reconozca que las acciones pedagógicas y didácticas realizadas por un profesor son contextuales y particulares.

En el plano más interno del profesor, y tomando en consideración la propuesta de Clarke y Hollingsworth (2002) para objetivar los cambios del profesorado, el PDP reconoce cuatro dominios intercomunicados por los que puede transitar un profesor para su aprendizaje profesional, que son: el *dominio personal*, el *dominio de las fuentes*, el *dominio de la práctica* y el *dominio de las consecuencias*. Complementan la propuesta los componentes de la reflexión (Nielsen, 2012) sobre la acción. El objetivo de aquello es generar un conflicto cognitivo sobre aquellas acciones pedagógicas y didácticas que representen, inicialmente, una preocupación profesional—inquietud profesional— para luego derivar en la identificación y construcción de una dificultad de enseñanza, que para el programa de desarrollo se entenderá como todas aquellas acciones enseñanza que puedan provocar una restricción en el aprendizaje de los estudiantes y que, a su vez, dicha dificultad de enseñanza sea consciente para el profesor. En ese marco, la reflexión sobre la acción en el PDP cobra sentido y valor.

Una aproximación empírica al PDP

El objetivo de este apartado es compartir algunas acciones metodológicas y resultados que justifican, de alguna manera, el PDP que estamos discutiendo. En esta ocasión, reflexionamos sobre una sesión de trabajo focalizada en el análisis de clase realizada con cuatro profesores de biología. En términos generales, la sesión reconoce tres momentos: 1) recuperación de las ideas de consenso de la sesión anterior, 2) abordaje a la tarea y 3) evaluación metacognitiva de lo vivido. Cada sesión es realizada en la universidad y moderada por el autor de este artículo en un tiempo de dos horas.

Con el objetivo de aproximarnos empíricamente al modelo propuesto, compartimos algunas ideas derivadas de un momento particular de la sesión siete de trabajo con los profesores de la comunidad. El objetivo de compartir el momento es para visibilizar elementos claves de un programa que pretende orientar al profesorado a cambiar su epistemología personal para una nueva conceptualización de la práctica pedagógica a través de la reflexión y, a su vez, identificar el requerimiento profesional necesario para enseñar.

El momento descrito en la figura 2 distingue los cuatro componentes de la reflexión sobre la acción pedagógica y didáctica propuesto por Nielsen (2012), que son: 1) ¿qué estimula la reflexión?, 2) ¿cómo ocurre la reflexión?, 3) ¿sobre qué ocurre la reflexión?, y 4) ¿qué resultados se esperan de la reflexión? En esa perspectiva, la observación de un fragmento de clase se transforma en el estímulo para la actividad de reflexión sobre el quehacer de un profesor. Conjuntamente, las preguntas orientadoras responden a ¿cómo ocurre la reflexión?, distinguiendo en ello la discusión entre pares.

La actividad de reflexión —el debate, la puesta en común de ideas, el cuestionamiento, la justificación emergente de por qué hacer o dejar de hacer algo como respuesta a la observación del video de clases, entre otras—, constituyen en parte la manera en cómo ocurre la reflexión. Es decir, valoramos y promovemos el hacer cognitivo-lingüístico para

la toma de consciencia —actividad de reflexión—. Finalmente, y como consecuencia del abordaje individual y colectivo de las preguntas directrices, surgen significados de orden superior que llevan al profesor a poner en disputa sus creencias y conocimientos con toma de consciencia de las potencialidades y fragilidades que estas puedan tener sobre cuestiones claves para la enseñanza de la biología, que se traduce en ideas tales como: “No puede ser que las clases no tengan sentido para mis estudiantes y que yo sienta, a pesar del esfuerzo, que estas no sirven para ellos” (profesora Lía, sesión siete).

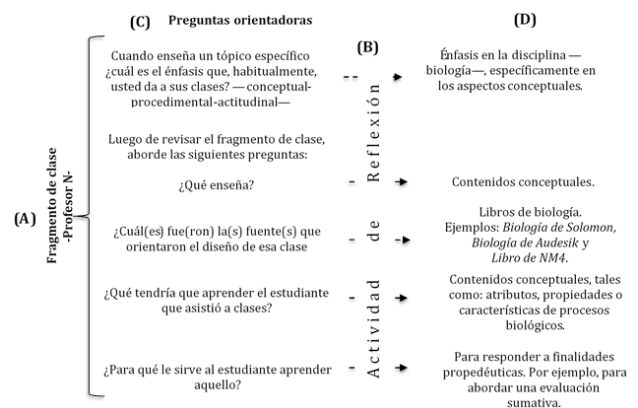


Figura 2. Estructura metodológica de una sesión de reflexión con profesores de biología en el marco de un PDP.

El *dominio de la práctica* —experiencia— en el programa de Clarke y Hollingsworth (2002) moviliza el pensamiento del profesorado sobre las consecuencias que surgen de ella (práctica). El profesor ve en su hacer una serie de resultados —consecuencias— que no solo representan los resultados de aprendizaje de los estudiantes, sino también cómo se percibe cada profesor cuando enseña —plano personal—. Analizar las consecuencias de la acción de enseñanza (práctica), desde el punto de vista del aprendizaje o del cómo se ve cada profesor cuando enseña un contenido particular, permite distinguir cuestiones importantes del hacer diario del profesor que, de ser consideradas, pueden constituirse en ejes centrales de reflexión para la construcción y la toma de consciencia de

la necesidad de cierto conocimiento específico que ayude a mejorar la práctica pedagógica. Por ejemplo, hemos advertido que el análisis de clase moviliza al profesorado hacia preguntas tales como: qué enseñar, cómo organizar el contenido de biología para su aprendizaje y para qué finalidades. Junto con ello, se han reconocido las potencialidades y restricciones de su discurso, el uso y pertinencia de los ejemplos y de situaciones cotidianas usadas para enseñar un contenido específico que bordean preguntas tales como: ¿por qué usé ese ejemplo? ¿la situación propuesta es clara para los estudiantes?, entre otras.

El abordaje de estas interrogantes, a pesar de ser tradicionales, constituyen nuevas interrogantes para el profesor por ser controversiales con sus creencias y conocimientos iniciales (*dominio personal*). Objetivar los resultados de su actuar (*dominio de las consecuencias*) favorecen la reestructuración de las ideas y la identificación auténtica de las dificultades de la enseñanza de la biología. En ese plano, una profesora de la comunidad señala al final de la sesión lo siguiente: “Es mucha la información en solo cinco minutos [...] debo pensar mejor la cantidad de conceptos complementarios. Estamos bombardeando a los estudiantes con información, muchas veces sin saber la razón” (profesora Karla, sesión siete).

Los cuestionamientos docentes derivados de la actividad de reflexión, constituyen ahora el insumo para comenzar a desarrollar el CDC según la(s) dificultad(es) de enseñanza, cautelando además que su construcción será contextual y situada para el profesor, por lo tanto, con sentido, valor y protagónico.

La tarea está en aprender a identificar acciones pedagógicas y didácticas paradigmáticas sobre las cuales reflexionar para visibilizar la(s) dificultad(es) de la enseñanza de la biología y así abordar los problemas de la enseñanza (figura 3). Desde ahí, promover nuevos cuestionamientos que se traduzcan en la co-construcción del CDC, entendiéndolo como un conocimiento práctico, personal, biográfico y evolutivo con el cual enfrentar la(s)

dificultad(es) de la enseñanza para superarlas y así mejorar, en algún grado, la práctica pedagógica.

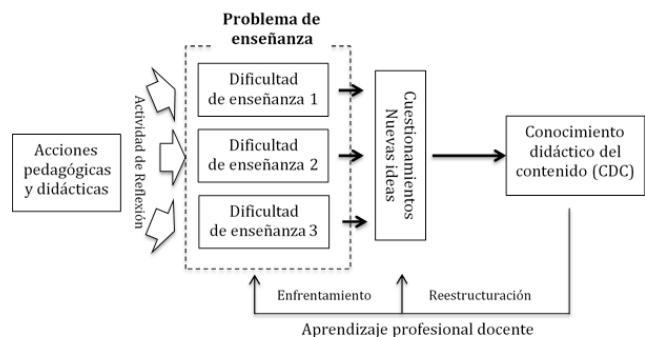


Figura 3. Aproximación a un PDP que promueve el desarrollo del CDC.

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La enseñanza de la biología debe ampliar las oportunidades de desarrollo para todos. Por ello, la conceptualización que de ella se tenga es relevante. Sin embargo, nuevos marcos de referencia para la enseñanza de la biología no solo surgen por cambiar los conocimientos y creencias del profesorado a través de cursos de capacitación o perfeccionamiento docente, sino más bien por la reflexión que se haga sobre las consecuencias asociadas a una acción de enseñanza.

La idea está en ampliar el conocimiento profesional del profesor con significado. Por ello, es necesario promover un aprendizaje profesional protagónico y vinculado con la práctica pedagógica del profesor, con especial atención sobre las cuestiones que resulten restrictivas a la hora de enseñar. Consideración que busca, por cierto, favorecer el aprendizaje profesional desde lo que se debe resolver, más que aprender sobre lo que se debe hacer —plano declarativo—.

En sentido, el trabajo con profesores de biología ha permitido revelar que los asuntos sobre la enseñanza de la biología son cuestiones movilizadoras para ellos y, por tanto, de consideración si el deseo es promover el aprendizaje y la construcción de conocimiento profesional para una nueva conceptualización de la enseñanza.

De cualquier modo, la enseñanza dinamiza el pensamiento del profesor para generar aprendizajes en sus estudiantes, dado que lo obliga a anticipar, planear, diseñar, implementar y juzgar. A su vez, cada proceso de los indicados arrastra más de alguna dificultad en la enseñanza, que *a priori* no resultan visibles para el profesor, pero que constituye andamios para el desarrollo en un marco de reflexión sobre la acción. De ahí la importancia de generar un PDP que oriente al profesor a identificar sus problemas de enseñanza y a construir, en consecuencia, el conocimiento necesario para su enfrentamiento, favoreciendo de ese modo la comprensión de la enseñanza. Actualmente, nuestro equipo trabaja sistematizando información para dar cuenta de dicho desafío.

Agradecimientos

El autor agradece el apoyo al Proyecto Fondecyt 11140297.

Referencias bibliográficas

- Adey, P. (1999). *The science of thinking, and science for thinking: a description of cognitive acceleration through science education (Case)*. Unesco: International bureau of education.
- Albergaria-Almeida, P. (2010). Classroom questioning: teachers' perceptions and practice. *Procedia Social and Behavioral Science*, 2(2), 305-309. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.015>
- Álvarez, C. (2013). *Enseñanza y desarrollo profesional docente. Pensar y vivir la educación*. La Muralla: Madrid.
- Ávalos, B. (2011). Teacher professional development in teaching and teacher education over ten years. *Teaching and teacher education*, 27(1), 10-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.007>
- Aydin, S., Demirdogen, B., Akin, F., Kondakci, E. y Tarkin, A. (2015). The nature and development of interaction among components of pedagogical content knowledge in practicum. *Teaching and teacher education*, 46, 37-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2014.10.008>
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x033008003>
- Clarke, D. y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18(8), 947-967. [http://dx.doi.org/10.1016/s0742-051x\(02\)00053-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0742-051x(02)00053-7)
- Crippen, K. (2012). Argument as professional development: impacting teacher knowledge and beliefs about science. *Journal science teacher education*, 23(8), 847-866. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-012-9282-3>
- Desimone, L. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: toward better conceptualizations and measures. *Educational researcher*, 38(3), 181-199. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x08331140>
- Desimone, L. (2011). A primer on effective professional development. *Phi Delta Kappan*, 92, 68-71.
- Duván, J. (2013). Conocimiento didáctico del contenido y formación de profesores de física: elementos para la investigación. En A. Molina (comp.) *Perspectivas epistemológicas, culturales y didácticas en educación en ciencias y la formación de profesores: avances de investigación* (pp. 55-72). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Farré, A. (2014). El escurridizo conocimiento didáctico del contenido: estrategias metodológicas para su documentación. En A. Garritz (ed.) *Conocimiento didáctico del contenido* (pp.34-64). Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Fischer, H., Borowski, A. y Tepner, O. (2012). Professional knowledge of science teachers. En B. Fraser, K. Tobin y C. J. McRobbie (eds.) *Second international handbook of science education* (Vol. I, pp. 435-448). Nueva York: Springer Dordrecht Heidelberg London.

- Gess-Newsome J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. En Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (eds.) *Re-examining pedagogical content knowledge in science education* (pp. 28-42). Nueva York: Routledge.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education*. Nueva York: Teachers College Press.
- Guskey, T. (1986). Staff development and the process of teacher change. *Educational Researcher*, 15(5), 5-12. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X015005005>
- Herdeiro, R. y Costa, A.M. (2013). The quality of teaching and professional development of teachers: a portuguese study. *Teacher development*, 17(2), 176-194. <http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2012.753942>
- Hofer, B. (2004). Exploring the dimensions of personal epistemology in differing classroom contexts: Student interpretations during the first year of collage. *Contemporary educational psychology*, 29(2), 129-163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cedpsych.2004.01.002>
- Kang, H.S., Cha, J. y Ha, B-W. (2013). What should we consider in teachers' professional development impact studies? Based on the conceptual framework of Desimone. *Creative education*, 4(4), 11-18. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2013.44a003>
- Karal, I y Avel, N. (2016). Development of pre-service physics teachers pedagogical content knowledge (PCK) throughout their initial training. *Teacher development*, 20(2), 162-180. <http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2015.1124138>
- Marcelo, C. (2009). La evaluación del desarrollo profesional docente: de la cantidad a la calidad. *Revista brasileira de formação de professores*, 1(1), 43-70.
- Melo Niño, L., Cañada, F., Mellado, V. y Buitrago, A. (2016). Desarrollo del conocimiento didáctico del contenido en el caso de la enseñanza de la carga eléctrica en bachillerato desde la práctica de aula. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(2), 459-475.
- Mora, W. y Parga, D. (2014). Aportes al CDC desde el pensamiento complejo. En A. Garritz (ed.) *Conocimiento didáctico del contenido* (pp. 100-143). Saarbrücken: Editorial Académica Española.
- Mora, W. y Parga, D. (2015). Componentes del conocimiento didáctico del contenido en química. En Parga, D. (ed.) *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (pp. 55-80). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Nielsen, B. (2012). Science teachers' meaning-making when involved in a school-based professional development project. *Journal science teacher education*, 23(6), 621-649. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-012-9300-5>
- Nilsson, (2008). Teaching for understanding: the complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International journal of science education*, 30(10), 1281-1299. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690802186993>
- Parga, D. (2015). Por qué analizar el conocimiento didáctico del contenido en química. En Parga, D. (ed.) *El conocimiento didáctico del contenido (CDC) en química* (pp. 23-54). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Park, S., y Oliver, J. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Perrenoud, P. (2007). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Grao.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. España: Diada.
- Pujalte, A., Adúriz-Bravo, A. y Porro, S. (2015). Las imágenes de ciencia en profesoras y profesores de biología: entre lo que se dice y lo que se hace. *Revista boletín biológica*, 3, 5-10.

- Raval, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de biología en activo sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista electrónica de enseñanza de la ciencia*, 9(7), 111-124.
- Raval, E. y Quintanilla, M. (2012). Concepciones del profesorado de biología en activo sobre el aprendizaje científico escolar. *Revista enseñanza de las ciencias*, 30(2), 33-54.
- Raval, E., Quintanilla, M., y Labarrere, A. (2012). Concepciones epistemológicas del profesorado de biología en ejercicio sobre la enseñanza de la biología. *Revista ciência y educação*, 18(4), 975-895. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132012000400009>
- Raval, E. y López-Cortés, F. (2016). Mapa del conocimiento didáctico y modelo didáctico en profesionales del área biológica sobre el contenido de célula. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(3), 725-742.
- Rozenszajn, R. y Yarden, A. (2013). Expansion of biology teachers' pedagogical content knowledge (PCK) during a long-term professional development program. *Research science education*, 44(1), 189-213. <http://dx.doi.org/10.1007/s11165-013-9378-6>
- San Antonio, D., Morales, N. y Moral, L. (2011). Module-based professional development for teachers: a cost-effective Philippine experiment. *Teacher development*, 15(2), 157-169. <http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2011.571496>
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x015002004>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23. <http://dx.doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Simon, S. y Campbell, S. (2012). Teacher learning and professional development in science education. En Fraser, B., Tobin, K. y McRobbie, C. J. (eds.) *Second international handbook of science education* (Vol. 1, pp. 307-321). Nueva York: Springer Dordrecht Heidelberg London.
- Soine, K. M. y Lumpe, A. (2014). Measuring characteristics of teacher professional development. *Teacher Development*, 18(3), 303-333. <http://dx.doi.org/10.1080/13664530.2014.911775>
- Van Driel, J.H. y Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. *Educational researcher*, 41(1), 26-28. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189x11431010>
- Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4(3), 372-393. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92040302>
- Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis doctoral. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/7731/1/T30032.pdf>
- Velásquez, J., Flores, G. y Tamayo, O. (2014). *Conocimientos necesarios para la enseñanza: una categoría fundamental en la formación de maestros*. Ibagué, Colombia: Editorial Universidad del Tolima.
- Wongsopawiro, D. (2012). Examining science teachers' pedagogical content knowledge in the context of a professional development program. Tesis doctoral: Iclon, Leiden University Graduate School of Teaching.
- Zahng, M., Parker, J., Koehler, M. y Eberhardt, J. (2015). Understanding inservice teachers needs for professional development. *Journal science education*, 26(5), 471-496. <http://dx.doi.org/10.1007/s10972-015-9433-4>





Respuesta de temperatura y humedad relativa en el proceso de curación y secado de tabaco Burley, San Gil, Santander, Colombia

Temperature and humidity response in the curing and drying process for Burley tobacco, San Gil, Santander, Colombia

Resposta da temperatura e umidade relativa no processo de cura e secagem do tabaco burley, San Gil, Santander, Colombia

Edilson Daniel Gómez-Herrera¹

Milton J. Muñoz-Neira²

Luis Alfonso Peñaranda³

Fecha de recepción: noviembre 2016

Fecha de aceptación: septiembre 2016

Para citar este artículo: Gómez-Herrera, E.D, Muñoz-Neira, M.J, Peñaranda, L.A. (2017). Respuesta de temperatura y humedad relativa en el proceso de curación y secado de tabaco Burley, San Gil, Santander, Colombia. *Revista Científica*, 28, 72-83. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a6](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a6)

Resumen

Este documento presenta el desarrollo metodológico empleado y los resultados obtenidos en la caracterización e implementación de un sistema de control y automatización para una cámara de curación y secado de tabaco Burley. Esto se realizó con el propósito de analizar sus tres etapas: amarillamiento, fijación de color y secado.

En primer lugar se da a conocer el proceso que se debe tener en cuenta para curación de tabaco Burley en caney, al aire libre. En segundo lugar se hace el análisis del sistema de calefacción y humidificación, con el fin de seleccionar el más adecuado, que permita mantener condiciones ideales para la curación y secado del Burley. Finalmente se presenta el análisis de los resultados, mediante exposición de figuras y tablas.

Palabras Clave: Burley, curación, control On/Off, PID, secado.

Abstract

This paper present the methodology development used for characterization and implementation of a control and automation of a camera for curing and drying of Burley tobacco, done with the purpose of analyzing its three stages: yellowing, color fixing and drying.

As first step, the paper gives to know the process that is important for air curing of Burley tobacco. As second step, analysis of heating and humidification of system is presented, for determinate the most adequate control system for maintenance the ideal conditions for curing and drying of Burley. Results are presented through figures and tables.

Keywords: Burley, Curing, Control ON/OFF, PID, Drying.

¹. Fundación Universitaria de San Gil, Santander, Colombia. Contacto: danielgomez@unisangil.edu.co

². Fundación Universitaria de San Gil, Santander, Colombia. Contacto: mmunoz@unisangil.edu.co

³. British American Tobacco, San Gil, Santander, Colombia. Contacto: apenaranda7577@gmail.com

Resumo

Este documento apresenta o desenvolvimento metodológico utilizado e os resultados obtidos na caracterização e implantação do sistema de controle e automação de uma câmara para cura e secado de tabaco Burley, com a finalidade de analisar as três fases que são amarelamento, fixação da cor e finalmente a secagem da folha e o talo. Na primeira parte do trabalho é apresentado o processo de cura da folha de tabaco tipo Burley no ar livre. Na segunda parte é feito o análises do sistema de calefação e umidificação, para implementar a regulação mais adequada que permita manter as condições ideais para curar e secagem do tabaco Burley. Finalmente é apresentado o relatório com os resultados usando gráficas e tabelas.

Palavras chave: Cura de tabaco, secagem, controle, PID, Burley.

Introducción

El curado adecuado del tabaco Burley, depende del entorno apropiado que tengan las instalaciones construidas para tal fin (Duncan, Wells, & Wilhoit, 2008). Sin embargo, los fenómenos climáticos afectan directamente la calidad del tabaco Burley curado. Cada año hay periodos de curado buenos y malos, y, en general, la calidad del tabaco curado al aire depende principalmente del clima de cada región o país, entre otros factores. En Colombia, el cambio climático de las regiones en donde se cultiva y se cura este tipo de tabaco, ha traído como consecuencia el problema de no lograrse un buen curado. Lo anterior ocasiona a su vez que en el tabaco se dé el fenómeno de diversas tonalidades en el envés de las hojas, posiblemente por falta de humedad en el proceso de curación. Esto conlleva a plantear la siguiente pregunta: ¿Es posible crear un sistema artificial en donde se pueda controlar la curación y secado del Burley manteniendo su calidad? Contestar la pregunta fue difícil para el investigador, pues por generaciones se ha curado este tipo de tabaco al aire sin un sistema controlado. Al indagar sobre proyectos realizados anteriormente, se encuentra que en su mayoría estos van dirigidos a la curación y secado

de tabaco Negro. Un ejemplo de estos proyectos fue el desarrollado por el Grupo de Investigación y Aplicaciones Tecnológicas en Procesos Agroindustriales – **GIATPA** - junto con COLCIENCIAS y el apoyo de [UNISANGIL](#), quien desarrolló un prototipo de Cámara Fermentadora para este tabaco (Barajas, 2007). Dicha cámara fue utilizada para este proyecto y adecuada para realizar las pruebas de curación y secado del Burley.

Partiendo de la cámara ya construida, se decidió hacer tres tipos de prueba sobre el sistema. La primera consistió en la curación y secado del Burley ensartado por hoja; la segunda radicó en la curación y secado del Burley ensartado por mata, y, por último, se realizó el proceso de curación y secado con apoyo de un sistema de control. Para lograr el cometido se determinaron y realizaron los ajustes eléctricos necesarios para el correcto funcionamiento de la cámara, así como el rediseño de un sistema electrónico para la automatización y control de la humedad al interior de la misma.

El proyecto fue estructurado en tres etapas. La primera consistió en las pruebas de los procesos de curación y secado de Burley anteriormente mencionadas, de las cuales se observó el proceso de amarillamiento, fijación de color y secado de las hojas de tabaco; de este se obtuvo un registro fotográfico de todas las pruebas ejecutadas. La segunda etapa describe el análisis de los datos obtenidos en las diferentes pruebas realizadas. La etapa tres describe los diferentes tipos de control realizados para la curación y secado del Burley y los dispositivos empleados para el desarrollo del control.

Los datos obtenidos en las distintas pruebas son muy prometedores, y muestran cómo el uso de la cámara bajo condiciones controladas disminuye los tiempos de curación y secado, al tiempo que mantiene su calidad. Los resultados logrados evidencian el cumplimiento del objetivo general planteado para la investigación, el cual fue la caracterización de la respuesta de temperatura y humedad relativa de un recinto cerrado empleado en la curación y secado de tabaco Burley; y de los objetivos específicos, los cuales puntualizaban la evaluación del

recinto cerrado respecto a la flexibilidad de controlar temperatura y humedad relativa para el proceso de curación y secado de tabaco Burley, y la identificación del tipo de control requerido en la curación y secado de este tipo de tabaco, con el fin de mantener unas condiciones apropiadas de humedad relativa y temperatura, mediante prueba manual de proceso, recolección de datos de temperatura y humedad, y registro fotográfico del mismo.

Metodología

El proyecto se desarrolló de acuerdo al esquema metodológico de la figura 1.



Figura 1. Diagrama Metodológico.

Fuente: elaboración propia.

Procesos de curación y secado de tabaco burley

Inicialmente, para el control se usaron como referencias los parámetros referidos por (Jeffrey, 1940): temperatura entre 18°C y 32 °C, humedad relativa (RH) entre 50% y 70%, y flujo de aire en 15 ft/min. En las tres pruebas realizadas (curación y secado de Burley por hoja sin sistema de control, curación y secado de Burley ensartado en mata, y secado de tabaco Burley por hoja con sistema controlado por PLC Siemens, Simatic 200 (SIEMENS, 2007)), se tuvieron en cuenta lo siguientes estados:

1. **Amarillamiento:** En esta etapa, (que duró aproximadamente 10 días), se buscó la desaparición del color verde y la aparición de color amarillo en cada hoja; asimismo se tuvo en cuenta que la humedad se mantuviese entre el 70% y el 90%.
2. **Fijación de color:** Este proceso buscó detener la actividad bioquímica y enzimática mediante la remoción de humedad, para lograr la fijación de color. En esta etapa el tabaco cambia de color amarillo a dorado.
3. **Secado:** En esta etapa se buscó preservar la hoja mediante un secado completo (estado de muerte por desecación de la lámina y la nervadura).

El tabaco de tipo Burley utilizado para este proyecto provino de los cultivos sembrados por el señor Johanny Rodríguez, de la vereda Montecitos del municipio de San Gil, Santander, Colombia (ubicación GPS 6°36'04.9"N 73°06'59.0"W), en diciembre del 2014 para las pruebas 1 y 2, y en Abril del 2015 para la prueba 3. Estos tabacos tenían diferentes composiciones bioquímicas debido a la diferencia hídrica y climática con la que fueron sembrados. En efecto, el primer tabaco mantuvo un color más amarillo, debido a la falta de agua; el cultivador mantuvo este cultivo con un sistema de goteo de agua. El tabaco que se utilizó en la tercera prueba fue tabaco de la primera recolección de año, siendo este un tabaco con mejores condiciones. En la figura 2 y 3, se puede apreciar parte del cultivo de tabaco utilizado en este proyecto.



Figura 2. Cultivo de tabaco Burley con sistema de goteo de agua sembrado en Diciembre del 2014 por el Sr. Johanny Rodríguez vereda Montecitos, San Gil, Santander, Colombia.

Fuente: Los autores.



Figura 3. Cultivo de tabaco Burley sembrado en Abril del 2015 por el Sr. Johanny Rodríguez vereda Montecitos, San Gil, Santander, Colombia.

Fuente: Los autores.

La forma de preparación del tabaco para su ensarte, se realizó del siguiente modo: se extrajo del cultivo para el proyecto seis sargas de tabaco para las tres pruebas, que luego fueron transportadas al sitio en donde se encuentra la cámara de curación y secado (ubicación GPS 6°32'21"N 73°07'34.5"W), a una altura aproximada de 1137msnm. Después de llegar al sitio se pesó el tabaco extraído para el proyecto, y luego se dividió en cuatro sargas de igual tamaño, con el fin de colgarlo en la cámara de curación y secado.

A continuación se muestran los registros fotográficos de las tres pruebas realizadas figuras 4,5, 6 y7.

Prueba 1. Curación y secado de Burley por hoja.

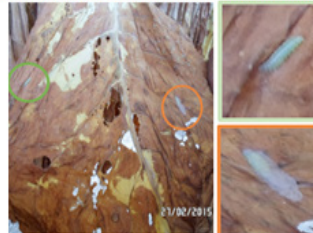


Figura 4. Prueba 1 curación y secado de tabaco Burley ensartado por hoja.

Fuente: Los autores.



Plagas encontradas en cámara de curación y secado



Daño en hojas de tabaco burley causado por gusano el caney

Figura 5. Plaga encontrada en las hojas de tabaco Burley en caney y en cámara de curación y secado.

Fuente: Los autores.

Prueba 2. Curación y secado de Burley ensartado en mata.



Figura 6. Prueba 2 curación y secado de tabaco Burley ensartado en mata.

Fuente: Los autores.

Prueba 3. Curación y secado de tabaco Burley por hoja con sistema controlado por PLC.



Figura 7. Prueba 3 - Curación y secado de tabaco Burley ensartado por hoja.

Fuente: Los autores.

Instrumentación Empleada

Las variables del sistema de control fueron las siguientes:

Tabla 1. Variables sistema de control.

Variabes de Proceso (PVs)	Humedad relativa de la cámara Temperatura de la cámara. Encendido y Apagado de resistencias de calor (2000 W)
Variabes de Manipulación	Encendido y Apagado de sistema de humidificación por ultrasonido Inyector de aire Extractor de aire

Fuente: Elaboración propia

Tanto para el registro, y medición de las variables de proceso (humedad y temperatura), como para la

manipulación de las variables de control, se hizo uso de la instrumentación detallada a continuación.

Tabla 2. Dispositivos utilizados para la adquisición y manipulación de señales.

Nombre	Descripción
RHT10	Registrador de datos USB de temperatura y humedad relativa de la empresa EXTECH. Este dispositivo registra hasta 16.000 lecturas para cada parámetro con frecuencia de muestreo de datos seleccionable. Este dispositivo fue empleado como patrón secundario para el registro de los datos.
Simatic 200	PLC siemens, empleado para implementar los algoritmos de control diseñados.
Termocupla tipo K	Sensor empleado para la medición de temperatura en la cámara.
HIH-4000-002	Sensor de humedad relativa capacitivo de referencia Honeywell, que entrega un voltaje analógico proporcional al porcentaje de humedad, empleado para la medición de humedad relativa en la cámara.

Fuente: Elaboración propia.

Las variables de proceso y de manipulación, fueron conectadas al PLC, según lo indica la siguiente tabla:

Tabla 3. Entrada y salida al PLC.

Salidas Digitales PLC S7 200		Entradas Análogas PLC S7 200	
Humificador 1	Q0.2	Termocupla	AIW4
Humificador 2	Q0.3	Sensor RH	AIW0
Inyector de aire	Q0.4		
Resistencia Fondo	Q0.6		
Resistencia Frontal	Q0.7		
Extractor	Q1.1		
Ventiladores	Q1.0		

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de datos

El proceso de curación y secado del tabaco Burley es función del ciclo circadiano al que están sometidas las hojas. Sin embargo, la curación y secado en caney adolece de control sobre dicho ciclo. Así, durante la primera parte del proceso (el

amarillamiento) si el ciclo circadiano posee extremos en RH y temperatura, (por ejemplo, humedades relativas superiores al 90% y temperaturas inferiores a los 18°), la hoja tenderá a acelerar su secado y a no tener una buena degradación de los cloroplastos, lo que a su vez conllevará a que se fijen colores verdosos en la hoja, efecto que deteriora la calidad del tabaco Burley. Por su parte, durante las otras etapas del proceso: fijación de color y secado, los extremos en el ciclo circadiano pueden conllevar a una mala degradación de los azúcares en la hoja, efecto que es fatal para el Burley, tabaco que por estándar de calidad no puede contener azúcar una vez finalizado el proceso.

Los experimentos realizados permitieron evidenciar cómo los ciclos circadianos son más pronunciados en el caney que en el recinto cerrado bajo control, lo cual hace que en horas críticas de la mañana (7 a.m. a 8 a.m., con RH alto y temperatura baja), y de la tarde (2 p.m. a 3 p.m., con RH bajo y temperaturas altas), el recinto cerrado permita, de manera general, no empeorar y regular en mejor modo el proceso de curación y secado del Burley respecto al proceso llevado en caney. Químicamente esto significa que el proceso de oxidación de la hoja de tabaco, y el paso de los disacáridos y los polisacáridos en azúcares simples, de las proteínas en aminoácidos y de las pectinas en moléculas más pequeñas, se ve favorecido por ciclos circadianos controlados en el proceso de curación y secado del Burley.

A continuación, se analizan los datos recolectados en las tres pruebas realizadas en la cámara de curación y secado, que permiten dar cuenta de las condiciones de RH y temperatura en el recinto cerrado durante las diversas etapas del proceso.

Análisis de datos prueba 1: Curación y Secado de Tabaco Burley por hoja sin sistema de control

En el proceso de curación y secado por hoja sin sistema de control, desde su inicio el día 27/02/2015 hasta el 09/3/2015, no se realizó ninguna acción de control, con el fin de evaluar el comportamiento del

tabaco en sus etapas de curación y secado respecto al cambio de temperatura y RH dentro de un recinto cerrado. Esta falta de control se pudo apreciar en las temperaturas y RH oscilantes en el interior de la cámara que muestra la Figura 8. Físicamente es verificable que la RH es inversamente proporcional a la temperatura: a mayor temperatura menor RH. De igual forma, los picos más altos registrados de temperatura al interior de la cámara (44 °C) y de menor humedad al interior de la misma (23 %) se dan desde las 14.00 a las 15.00 horas UTC -5 (siendo UTC la hora común a todo el planeta e independiente de la zona horaria, y (-5) lo que se resta en horas a la hora UTC para obtener la hora en Colombia); la mayor humedad al interior de la cámara (84%) y menor temperatura al interior de la cámara (19°C) se dan desde las 07.00 a las 08.00 horas UTC -5, en razón a que estos parámetros varían de acuerdo al clima en donde se realice el proceso.

Después del 07/03/2015, con el propósito de acelerar el secado de la hoja de tabaco, se prendieron dos resistencias térmicas con una potencia de 2000 vatios cada una; inmediatamente activado el sistema térmico, la temperatura empezó a aumentar y el RH empezó a disminuir por debajo del 40%, tal como se esperaba; este cambio se puede apreciar en la Figura 8.

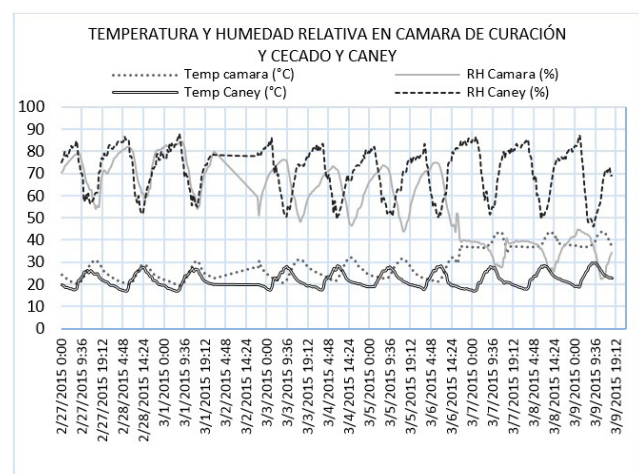


Figura 8. Datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en prueba 1 de curación y secado de tabaco Burley en el caney y cámara.

Fuente: Los autores.

De los datos obtenidos se analizaron 400 registros en la cámara de curación y secado y 400 registros en el caney. El rango de datos analizados fue desde 27/02/2015 hasta 09/03/2015, con una tasa de muestreo de 30 minutos, siendo esta adecuada porque en este lapso el tabaco no se ve afectado por variaciones de temperatura o RH.

Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 4. Tabla de datos obtenida durante la curación y secado de tabaco Burley ensartado por hoja sin sistema de control.

Desde	27/02/2015 - 09/03/2015	
	Cámara	caney
Max RH	84	88
Min RH	23	41,3
Pro Rh	58	70
Moda RH	39,4	80,6
Cant. Horas RH>70%	96:42:36	149:30:00
Cant. Horas RH 50%-70%	76:30:00	96:00:00
Cant. Horas RH <50%	84:00:00	7:30:00
Total Horas	257:12:36	253:00:00
Max Temp	44	30
Min Temp	19	17
Pro Temp	29	22
Moda	36,9	19
Cant Horas Temp >32°C	72:00:00	0:00:00
Cant Horas Temp 23°C-32°C	182:12:36	171:30:00
Cant Horas Temp < 23°C	3:00:00	81:30:00
Total Horas	257:12:36	253:00:00

Fuente: Elaboración propia.

Al finalizar cada proceso se registró el peso de las hojas de tabaco, con el fin de relacionar la cantidad de masa y humedad que se perdieron durante el mismo. En la tabla 5 se muestran los datos de masa obtenidos en la prueba 1. De esta información se pudo concluir que al finalizar el proceso de amarillamiento, la hoja perdió el 64% de su masa inicial; además, al finalizar el secado de la hoja, este tuvo una pérdida de masa de aproximadamente 82%, esto es, una pérdida de 9kg, para una masa final de 2kg.

Tabla 5. Registro de masa del tabaco Burley Prueba 1.

Masa del tabaco en proceso de curación y secado – Prueba 1		
Proceso	Masa	Fecha
Amarillamiento	11 kg	20/02/2015
Fijación de color	4kg	24/02/2015
Secado	2kg	09/03/2015

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de datos prueba 2: Curación y secado de Burley ensartado en mata

Para este proceso se trató de mantener una temperatura constante de 26.6 °C con una tolerancia de +10%. Aunque no se logró mantener la temperatura en la referencia fijada, debido al control básico de prendido y apagado de las resistencias, se pudo analizar el comportamiento del tabaco en sus diferentes etapas de curación y secado respecto al cambio de temperatura y RH. Por medio del RTH10 se recolectó la información de temperatura y RH, de la que fueron registrados 1536 datos en la cámara de curación y secado, y 1536 datos en el caney. El rango de datos analizados fue desde el 14/03/2015 hasta el 13/03/2015.

En la Figura 9, se analiza y compara la temperatura y RH en el caney y en la cámara de curación y secado; en esta gráfica se puede apreciar que en el interior de la cámara la temperatura posee sobre picos controlados y se alcanza un mínimo de 21,5°C, debido al control on/off realizado en el PLC sobre las resistencias térmicas, a diferencia de la temperatura en el caney que es totalmente oscilante.

De los datos obtenidos en el proceso de curación y secado por mata, se puede indicar que la temperatura siempre fue más alta en la cámara de curación y secado, (35,6°C-21,5°C) que en el caney (28,9°C-16,4°C); de igual forma, la RH es más alta en el caney (91,4%-44,8%) que en la cámara de curación (86,9%-36,2%). Los resultados de esta fase son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 6. Análisis de datos obtenido durante la curación y secado de tabaco Burley ensartado por mata.

Desde 14/03/2015 hasta 13/04/2015		
	CÁMARA	CANEY
Max RH	86,9	91,4
Min RH	36,2	44,8
Pro RH	59,8	75,2
Moda RH	64,7	82,8
Cant. Horas RH>70%	37:00:00	548:00:00
Cant. Horas RH 50%-70%	178:00:00	78:00:00
Cant. Horas RH <50%	552:30:00	21:30:00
Total Horas	767:30:00	767:30:00
Max Temp	35,6	28,9
Min Temp	21,5	16,4
Pro Temp	28,7	21,5
Moda Temp	26,9	19,5
Cant Horas Temp >32°C	130:30:00	00:00:00
Cant Horas Temp 23°C-32°C	620:00:00	232:30:00
Cant Horas Temp < 23°C	17:00:00	535:00:00
Total Horas	767:30:00	767:30:00

Fuente: Elaboración propia.

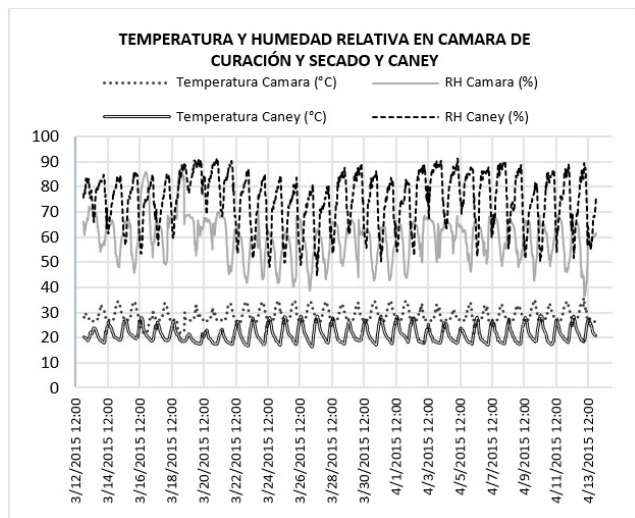


Figura 9. Datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en prueba 2 de curación y secado de tabaco Burley en el caney y cámara.

Fuente: Los autores.

Las masas del tabaco en esta fase, son mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 7. Registro de masa del tabaco Burley - Prueba 2.

Masa del tabaco en proceso de curación y secado		
Proceso	Masa	Fecha
Amarillamiento	13 kg	12/03/2015
Secado	3kg	13/04/2015

Fuente: Elaboración propia

Análisis de datos prueba 3: Secado de tabaco Burley por hoja con sistema controlado por PLC

Control on/off

Inicialmente se escogió este método para analizar en conjunto el funcionamiento de los diferentes dispositivos conectados para el control, que son: las resistencias, los humidificadores, el inyector de aire, el extractor, la termocupla y el sensor de RH. El algoritmo diseñado se especifica en la figura 10.

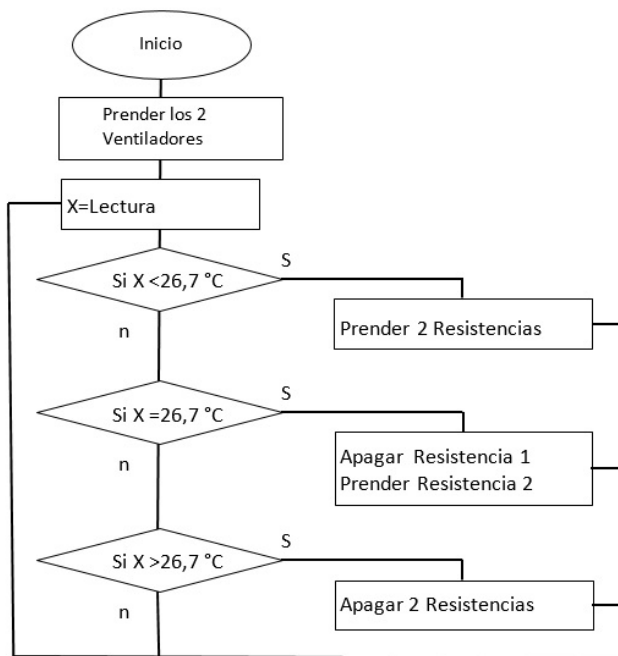
El primer paso para este programa fue diseñar el diagrama de control de las resistencias térmicas (figura 10); el control realizado consistió en mantener la temperatura regulada con histéresis del $\pm 10\%$. El segundo paso fue replicar el control hecho a las resistencias y aplicarlo a los humidificadores

Datos obtenidos con controlador On-Off

Según se refirió, esta prueba consistió en regular la temperatura, y en mantener la RH por encima del 80%; esto se puede apreciar en la figura 11 en donde se ve cómo en los días 21 y 22 de junio de 2015 la RH se mantuvo en este parámetro, permitiendo mantener viva la hoja de tabaco durante el proceso de amarillamiento, y dando uniformidad de color a la hoja del Burley.

Durante el resto del proceso de curación y secado se disminuyó gradualmente el RH, lo que permitió que la hoja en su proceso bioquímico degradará la mayor cantidad de azúcares, lo cual se evidenció con la adquisición por parte de la hoja de un color marrón; posterior a este paso vino el secado de la hoja. Este proceso se realizó durante siete días. Ver figura No. 11.

Figura 10. Diagrama de flujo control On/Off



Fuente: Elaboración propia.

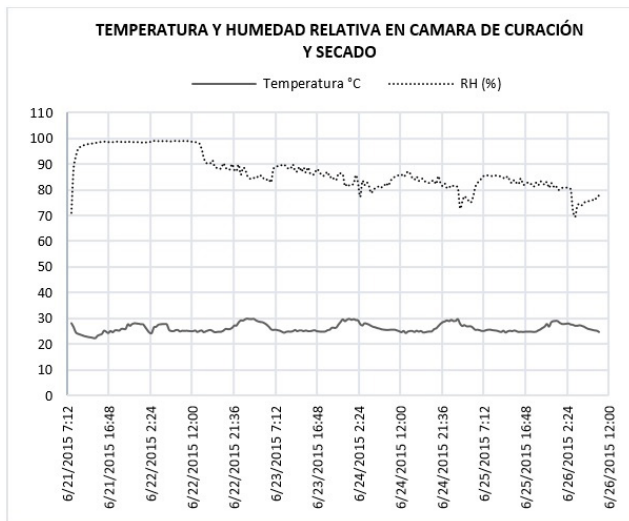


Figura 11. Datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en prueba 3 de curación y secado de tabaco Burley con controlador On-Off.

Fuente: Los autores.

Al término del séptimo día, (27 de junio de 2015) se descargaron los datos obtenidos del datalogger RTH10; a partir de esta información se

reajustó el punto de estabilización de la temperatura. En el día 12, (2 de julio de 2015) se pudo apreciar la estabilización de la temperatura en 26°C con oscilaciones de +3°C cada día, como se observa en la figura 12.

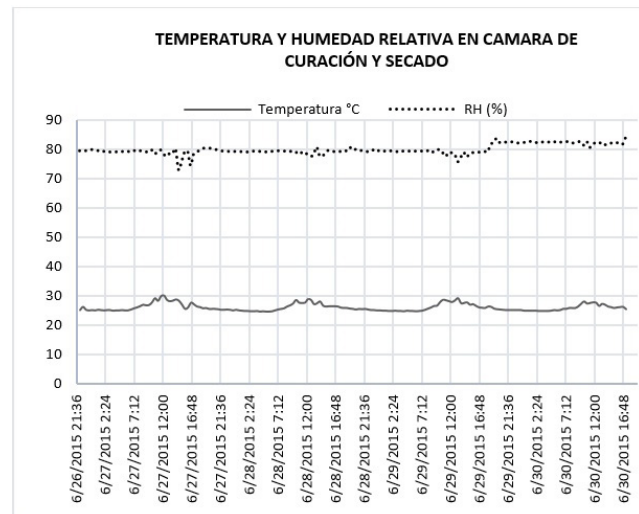


Figura 12. Datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en prueba 3 en proceso curación y secado de tabaco Burley - Reajuste control On/Off.

Fuente: Los autores.

Del control On/Off realizado se puede decir que:

- El tiempo de ascenso (T_r) fue de: 3:30 horas
- El máximo sobrepaso (O_v) fue de: 20%, y que las oscilaciones se repiten cada 24 horas.

Control PID

Para este control se tomó la respuesta al escalón de la temperatura en el interior de la cámara de curación y secado, a fin de obtener un modelo de proceso que permitiese una sintonización básica del controlador PID para la variable temperatura. Se registraron un total de 2139 datos, con una tasa de muestreo de 2s. Ver figuras 12 y 13.

En Matlab - Simulink se sintonizó el controlador PID por el método de Åström, y se verificó la operatividad de dicho control. El algoritmo PID fue programado en un PLC Simatic 200.

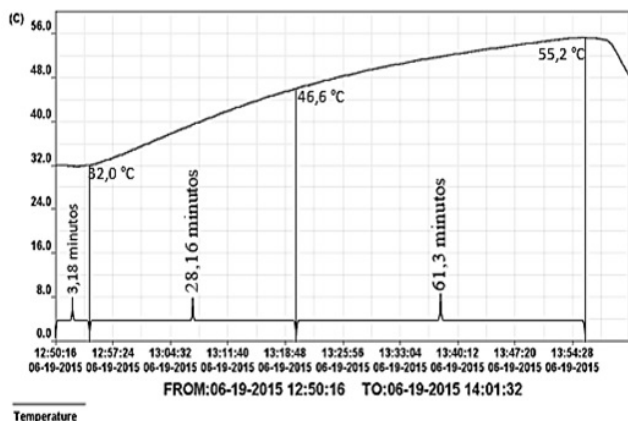


Figura 12. Datos Curva de temperatura en cámara de curación y secado.

Fuente: Los autores.

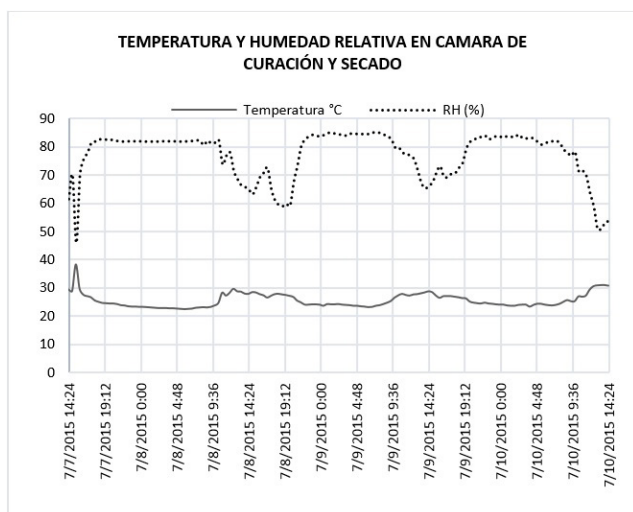


Figura 13. Datos de temperatura y humedad relativa obtenidos en prueba 3 de curación y secado de tabaco Burley con controlador PID.

Fuente: Los autores.

La gráfica anterior muestra el comportamiento de la temperatura y la RH en un sistema controlado por un PID. Se puede observar que el sistema tuvo un sobrepaso inicial, antes de llegar a estabilizar el sistema, de 67%, en 1'30"; pasado este tiempo el sistema logra estabilizarse teniendo oscilaciones diarias aproximadamente a medio día con sobrepasos del 29%.

Síntesis de datos con control ON/OFF y PID.

La siguiente tabla sintetiza los resultados obtenidos en la curación y secado del tabaco Burley ensartado por hoja y con sistema de control (ON/OFF primero, y PID después).

Tabla 8. Tabla de datos obtenidos durante la curación y secado de tabaco Burley ensartado por hoja con sistema de control.

Desde 21/06/2015 hasta 10/07/2015	
CÁMARA	
Max RH	99,1
Min RH	24
Pro RH	77,6
Moda RH	79,3
Cant. Horas RH>70%	376:40:29
Cant. Horas RH 50%-70%	26:30:00
Cant. Horas RH <50%	62:30:00
Total Horas	465:40:29
Max Temp	50,2
Min Temp	22,4
Pro Temp	26,8
Moda Temp	24,9
Cant Horas Temp >32°C	3:30:00
Cant Horas Temp 23°C-32°C	446:40:29
Cant Horas Temp < 23°C	15:30:00
Total Horas	465:40:29

Fuente: Elaboración propia

Calidad del tabaco obtenido.

La calidad del tabaco obtenido, para las pruebas 1 y 2, fueron revisadas por la British American Tobacco, según se detalla en la siguiente tabla.

La tabla 9 está tomada de la factura de compra del tabaco Burley vendido por del Sr. Johanny Rodríguez a la empresa British American Tobacco sede San Gil en la fecha del 20 agosto del 2015.

Según (Agricultural Marketing Service, 1979), la correcta clasificación del tabaco Burley consiste en identificar y separar las hojas por la posición en el tallo (ver figura 13). De acuerdo a (Reed, 2005), la mayoría de cultivos de tabaco Burley tendrán

cuatro posiciones diferentes en el tallo, que están determinadas por la madurez, cuerpo y color. Las diferentes posiciones se identifican por grupos de la siguiente forma; flyings (X), cutters (C), leaf (B), and tips (T).

Tabla 9. Grados de calificación internas realizadas por empresa British American Tobacco sede San Gil – Santander, Colombia.

	Gramos	Compra	Real
PRUEBA 1	1189	X3	XCK
	3029	C2	CCW
	455	C2	CCD
PRUEBA 2	320	C2	MCD
	839	C2	MCC
	135	T1	BCD
PRUEBA 3	1090	X2	CCW
	690	X2	XCW
	630	X2	XCK
	1549	T3	BFD

Fuente: Elaboración propia.



Figura 13. Posición de las hojas de tabaco burley en el tallo.

Fuente: Tomada de (Libuy, 2008) Pag. 39.

El grupo de Flyings (X) se compone de las hojas más viejas y maduras cultivadas en la parte inferior del tallo. Estas hojas son muy finas al tacto y de color canela.

El grupo de Cutters o Lugs (C) son hojas que crecen en medio de la planta por encima de las “flyings”. Estas hojas son delgadas de cuerpo medio y color bronceado; generalmente son las hojas

más largas, más anchas en el tallo y típicamente tienen una punta redondeada.

El grupo de Leaf (B) se compone de hojas largas y estrechas con cuerpo pesado y puntas puntiagudas, con tendencia a color rojo. Crecen por encima de las “cutters” diferenciándose fácilmente por ser de color más oscuro.

El grupo de Tips(T) son las hojas de la parte superior de la planta con un cuerpo medio pesado y son muy similares al grupo de la hoja “leaf”; de manera ligera poseen un color más oscuro con un poco más de cuerpo.

Al comparar la tabla 9 (grados de calidades de tabaco obtenidas en las pruebas realizadas antes descritas) con la tabla 10 (tabla estándar de calidades de tabaco Burley), se observan los siguientes resultados:

En la prueba1, curación y secado de Burley por hoja sin sistema de control, se obtuvieron hojas de tabaco Flying de buena calidad y Lugs o Cutters.

En la prueba 2, curación y secado de Burley ensartado en mata, se obtuvieron hojas de tabaco Cutters o Lugs, y Tips, de buena calidad.

En la prueba 3, secado de tabaco Burley por hoja con sistema controlado por PLC, se obtuvieron hojas de tabaco Flying y Tips de buena calidad.

Tabla 10. Nomenclatura calidades de tabaco Burley
Fuente: Tomada de (Agricultural Marketing Service, 1979) Pág. 28.

Primera Letra: Groups	Número: Qualities
X - Flying	1 - Choice
C - Lugs or Cutters	2 - Fine
B - Leaf	3 - Good
T - Tips	4 - Fair
M- Mixed	5 - Low
N - Nondescript	
S - Scrap	
Segunda y Tercera Letra: Colors	
L - Buff	R - Red
F - Tan	D - Dark red
FR-Tannis red	V - Greenish
	G - Green
	K - Variegated
	VF-Greenish tan
	GF- Green tan
	M- Mixed
	VR-Greenish red
	GR-Green red

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

Al evaluar y realizar pruebas en un recinto cerrado, se demostró que es viable tener un sistema artificial controlado en temperatura y humedad para la curación de dicho tabaco. La prueba 2 (curación y secado por mata), mostro cómo en la cámara la temperatura (con un control básico on/off) y la humedad (por medio de un control on/off de humidificadores por ultrasonido) se mantuvieron la mayor parte del tiempo dentro de los rangos deseables para el proceso (23°C – 32°C, 50% - 70% de RH). En la prueba 3 (curación y secado por hoja con control de temperatura on/off mejorado, y con control PID, ambos por PLC), la regulación de la variable temperatura fue más fina que en la prueba 2, logrando que en promedio la temperatura estuviese muy cerca del ideal (26% +-10%). Y aunque la humedad en esta prueba estuvo en promedio por encima del 70%, el proceso de curación y secado fue adecuado y reducido en tiempo. De este modo se evidenció que al mantener condiciones controladas para la curación y secado, se puede disminuir los tiempos del proceso entre 15 y 20 días, sin perder la calidad del Burley.

Puede inferirse que una mejor sintonización del control PID sobre el lazo de temperatura, y una optimización del control del lazo de humedad (quizá con la implementación de un control PID sobre esta variable, o con el diseño de un control multivariable para todo el proceso), se puede mejorar en modo sustancial la calidad del tabaco Burley para la venta, toda vez que el ciclo circadiano al que se ven sometidas las hojas, no estaría a merced de los cambios climáticos.

La humedad relativa es el parámetro que debe variarse en la etapa de curación del Burley. La variación controlada de RH permite fijar el color característico, a diferencia de la temperatura, que debe ser un parámetro constante durante esta etapa. Al respecto, en el trabajo desarrollado se logró para la cámara de curación y secado experimentada, un mecanismo de control de humedad relativa

por medio de humidificadores ultrasónicos, que se puede manipular de acuerdo a las etapas de curación y secado del Burley. Es fundamental tener presente que en el proceso de curación no es deseable disminuir la variable tiempo a costa de la calidad de la curación. Así, una reducción de tiempo en el proceso es más viable y posible, según se comprobó, durante el secado de la hoja.

Para que el proceso de curación y secado sea óptimo es de suma importancia mantener un espacio entre hojas al ensartar el tabaco, y mantener un flujo de aire constante en el recinto de curación y secado, para evitar la pudrición del mismo.

El control de plagas no depende del sistema de control de humedad y temperatura dentro la cámara. El control de plagas deberá garantizarse, en todo caso, con antelación al proceso de curación y secado.

Referencias bibliográficas

- Agricultural Marketing Service, T. D. (23 de 08 de 1979). Official Standard Grades Burley Tobacco U.S. TYPE 31. 28. Obtenido de <https://industrydocuments.library.ucsf.edu/tobacco/docs/qlfn0058>
- Barajas, O. J. (2007). Optimización del proceso de fermentación de tabaco negro para la elaboración de cigarros puros. (pág. 155). San Gil: UNISANGIL.
- Duncan, G., Wells, L., & Wilhoit, J. (2008). Facilities and Curing. En *TOBACCO Production Guide* (págs. 48-56).
- Jeffrey, R. N. (July de 1940). *The Effects of Temperature and Relative Humidity During and After Curing upon the Quality of White Burley Tobacco*. Univ. of Ky, Lexington.
- Libuy, W. R. (2008). Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tabaco. SQM S.A.
- Reed, D. R. (18 de 10 de 2005). Burley Grade Information for New Growers.
- SIEMENS. (2007). SIMATIC S7-200 Programmable Controller System Manual. *Manual, 09*.
- Walton, L. R. (18 de 10 de 2005). Burley Curing Technology - AEU-93. University of Kentucky.





Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo

Logistics' diagnostic in cosmetics and toiletries supply chain

Caracterização da logística da cadeia de suprimentos de cosméticos e produtos de higiene pessoal

Javier Arturo Orjuela Castro¹

Oscar Javier Díaz Ríos²

Ángelo Yoed González Pérez³

Fecha de recepción: julio 2016

Fecha de aceptación: noviembre 2016

Para citar este artículo: Orjuela-Castro, J.A, Díaz-Ríos, O.J, González-Pérez A.Y. (2017). Caracterización de la logística en la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. *Revista Científica*, 28, 84-98. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a7](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2016.28.a7)

Resumen

El sector de cosméticos y productos de aseo de talla mundial, consolidado en Colombia con 690 empresas de las cuales 420 se encuentran en Bogotá, D.C. Al considerar que la gestión logística genera ventaja competitiva en las organizaciones como factor de éxito en una economía globalizada, este artículo presenta una propuesta metodológica, que permite estudiar factores y variables logísticas, elementos que identifican el comportamiento de la cadena de suministro en los diferentes eslabones, la cual es aplicada al caso de la cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo. El resultado incluye el diagnóstico de los procesos logísticos y recursos.

Palabras Clave: Diagnóstico, desempeño, indicadores, modelo metodológico, procesos logísticos

Abstract

The sector of cosmetics and toiletries is a world class sector, consolidated in Colombia with 690 companies of which 420 are in Bogotá D.C. Taking into account that logistics management generates competitive advantage in organizations as factor of success in a global economy, this paper proposes a logistics analysis applied to the case of cosmetics and toiletries supply chain. The results include the diagnosis of logistics processes and resources, which they were studied with an own methodology proposal. The methodology allowed study the logistics factors and variables, elements that recognized the logistical behaviour in the different links of the supply chain.

Keywords: Diagnosis, performance, indicators, methodological model, logistic processes

¹. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia Contacto: jorjuela@udistrital.edu.co

². Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia, Contacto: oj.diaz10@uniandes.edu.co

³. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, Contacto: ingenieroaperez.gonzalez@gmail.com

Resumo

O setor de cosméticos e produtos de higiene pessoal é um setor de classe mundial, consolidada na Colômbia, com 690 empresas das quais 420 estão em Bogotá D.C. Considerando que a gestão logística cria vantagem competitiva nas organizações como fator de sucesso em uma economia globalizada, este trabalho apresenta uma metodologia que permite estudar fatores e variáveis de logística, elementos que reconheceu o comportamento da cadeia de abastecimento nos diferentes elos, que é aplicada ao caso da cadeia de produtos cosméticos e de higiene pessoal de alimentação. O resultado inclui o diagnóstico de processos e recursos de logística.

Palavras chave: Diagnóstico, indicadores de desempenho, modelo metodológico, processos logísticos.

Introducción

Las diferentes revisiones al estado del arte sobre la medición del desempeño de la logística y la cadena de suministro (CS). Entre autores que abordan cómo medir el desempeño de la cadena se encuentran, (Maskell, 1991), (Gunasekaran & Kobu, B, 2007), (Gunasekaran, Patelb, & McGaughey, E, 2004), (Neely, Gregory, & Platts, K, 2005), (Goknur & Turan, 2010), (Gopal & Thakkar, 2011) y (Gunasekaran A. , Irani, Choy, Filippi, & Papadopoulos , 2015), demuestran la tendencia hacia medidas de tipo financiero u operativo. Por ello, la necesidad de desarrollar una metodología que permita entender el comportamiento logístico de las cadenas que complementa estas metodologías.

Los problemas logísticos en Colombia son de carácter general y estructural. Aunque se presentaron mejoras en la logística pasando del puesto 72 al 64 entre el 2010 a 2012, en el ranking de indicadores *Logistics Performance Index* (LPI), dos años después cayó al puesto 94 (World Bank, 2014). Entre los principales problemas de logística se resaltan los corredores internos (carreteras, vías férreas y transporte fluvial), (Orjuela C, M, & Casilimas G, 2015) y los nodos de transferencia de carga (puertos, aeropuertos, pasos de frontera),

los esquemas de facilitación y control de flujo de bienes, la coordinación entre modos de transporte y nodos o terminales, y por la organización de las empresas (operadores logísticos) (Orjuela C, Ocampo, & Suspes, A, 2005).

Entre los desafíos en materia logística se encuentran; la ubicación geográfica favorable, los puertos, la producción y la inversión centrada en la región andina, la gran distancia de los centros productivos a los puertos lo cual aumenta los costos logísticos (DANE, 2013). Para La logística en la industria cosmética y de productos de aseo, se identificó que las firmas no disponen de un sistema de medidas de desempeño que permita evaluar el rendimiento de los procesos internos y externos del sistema logístico de la CS y planteó la necesidad de desarrollar y mantener niveles de cooperación con clientes y proveedores (MinComercio, 2005).

La metodología propuesta en este artículo permite identificar los agentes que intervienen en la CS, el flujo de productos y la información asociada a ellos, establecer los factores y las variables, así como describir los procesos y recursos utilizados en los eslabones de la cadena con el objetivo de analizar su comportamiento logístico. Este artículo es resultado del proyecto de investigación Caracterización de la logística en Colombia, el cual contó con apoyo de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y los gremios.

Metodología

Para el análisis logístico de la cadena de suministro se identifican antecedentes a nivel Colombia y del sector, así como la definición de los conceptos teóricos que definen la perspectiva de análisis (figura. 1).

Marco conceptual

Se han planteado diversas metodologías para medir el desempeño de la CS, entre las cuales se destacan el Global Supply Chain Forum (GSCF) (Penteadó Marchesi & Chicarelli Alcântara , 2016)

y la aproximación basada en procesos (Felix & Chan Qi , 2003). La Logística es una disciplina encargada de la gestión que permite el eficiente flujo de materiales e información asociada en la CS (Ballou, 2004), implica la protección, almacenamiento y control de materiales y productos en todo el proceso de aprovisionamiento, fabricación, distribución, consumo y eliminación (Tersine, 1998).

Los Procesos logísticos aseguran el flujo de materiales e información (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) y su integración a lo largo de la CS con un alto nivel de servicio al cliente al menor costo (Ballou, 2004); estos procesos pueden clasificarse en gestión de inventarios (Zipkin, 2000), aprovisionamiento (Rey, 2008), gestión de almacenes (Escudero Serrano, 2005) y de distribución (Torres, 2003). De otro lado, la cadena productiva se ha entendido como un conjunto de eslabones relacionados en la elaboración de un producto que satisface la demanda desde la producción de la materia prima hasta el consumidor, se diferencia de la cadena de suministro en que esta última es una red de relaciones entre los diferentes agentes intervinientes en más una cadena productiva (Orjuela Castro, Caderón, & Buitrago, C, 2006).

El concepto de CS ha evolucionado desde McKeon-Sweet, Hamilton y Willis quienes la abordan como flujo de materiales (Sabria, 2012), hasta el modelo desarrollado por Lambert quien la concibe como un conjunto de actores primarios y de soporte (Lambert & Knemeyer, 2007); actores que deben pensar en estrategias de mejoramiento encaminadas a optimizar su funcionamiento y los costos (Orjuela Castro, Castañeda Calderón, & Calderón, C, 2008), dadas sus múltiples relaciones y su nivel de complejidad. Los conceptos mencionados ilustran la conceptualización del modelo la cual se resume en la figura 2.

Metodologías de Diagnóstico

Las metodologías más utilizadas para la caracterización de CS, son la Supply Chain Operations Reference Model (SCOR), la cual considera cuatro procesos básicos⁴ que proporcionan la estructura de gestión de la cadena (Huan, Sheoran, & Wang, 2004). Por su parte, el modelo de Global Supply Chain Forum (GSCF) contempla ocho procesos, los cuales se describen a nivel estratégico y operativo, por medio de subprocesos y actividades (Penteadó Marchesi & Chicarelli Alcântara , 2016).

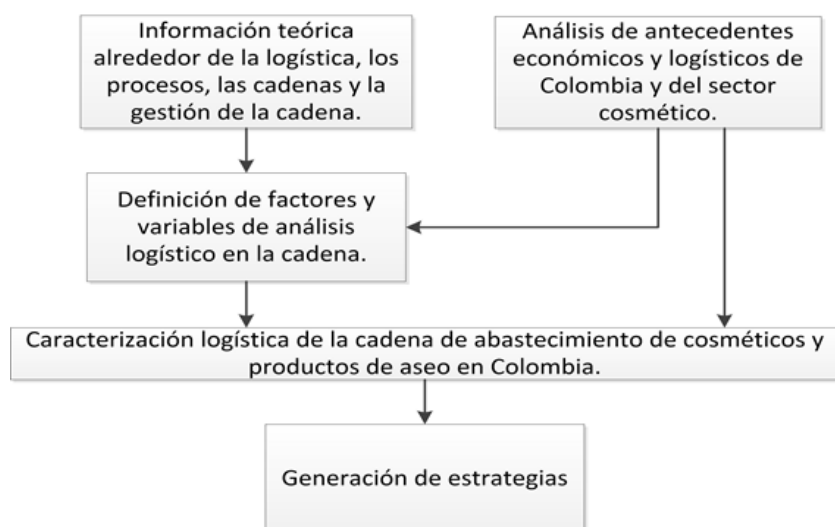


Figura. 1. Fases del análisis logístico de la cadena.

Fuente: Elaboración propia.

⁴ Planificación, aprovisionamiento, producción y suministro.

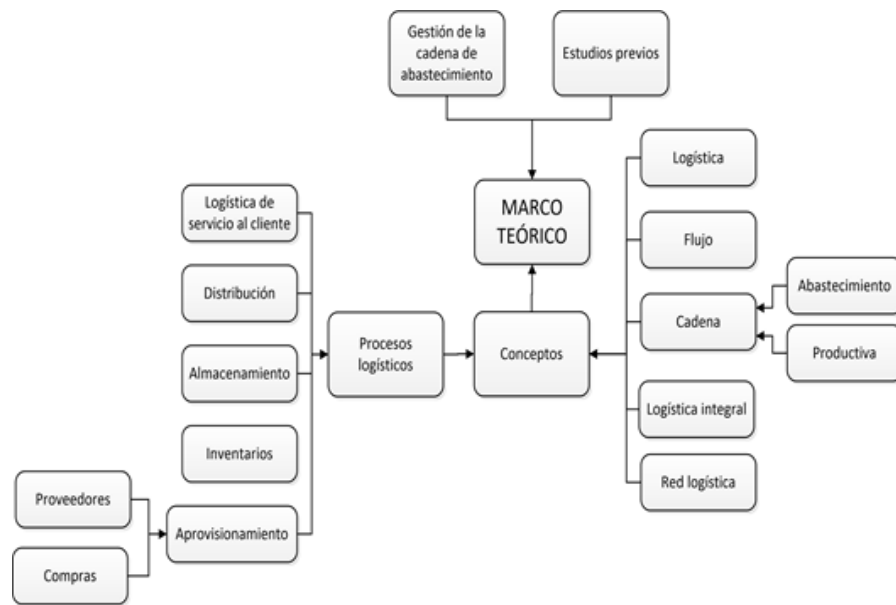


Figura. 2. Conceptos teóricos.

Fuente: Elaboración propia.

El modelo Function Based Measurement System (FBMS) cubre los procesos en la cadena mediante una combinación de medidas de desempeño (Christopher, 2011), es aplicable a departamentos individuales, encuentra medidas de desempeño globales para toda la cadena. La metodología Dimension Based Measurement System (DBMS) sostiene que la CS puede ser medida en dimensiones, en las cuales emplea indicadores como los costo de distribución, de manufactura, inventario y retorno de inversión, ingresos, entre otros.

La metodología Supply Chain Balanced Scorecard (SCBS) permite a las empresas alinear el sistema de medición desde los clientes, los procesos internos de negocio, el aprendizaje, el desarrollo y el impacto de los indicadores financieros, bajo una perspectiva de análisis de CS (Brewer & Speh W, 2000). Contrario a lo anterior, el método Hierarchical Based Measurement System (HBMS) clasifica las métricas de la CS en los niveles estratégico, táctico y operativo y establece indicadores para tomar decisiones y para cumplir objetivos específicos de la organización (Suwignjo, Bititci, & Carrie, 2000).

El enfoque del modelo Interface Based Measurement System (IBMS) inicia con el análisis de los eslabones de la cadena a nivel interno y se mueve eslabón por eslabón hacia afuera, permite alinear la medición del desempeño en toda la CS para mejorar el flujo asociado a los productos comercializados en (Christopher, 2011). La metodología Perspective Based Measurement System (PBMS) aborda el estudio de la cadena desde diferentes perspectivas: la dinámica del sistema, investigación de operaciones, logística, marketing, la organización y la estrategia. Considera que las métricas de una perspectiva pueden ser compensadas por las métricas de otras (Neely, et al., 2000).

En lo que corresponde a Colombia el Grupo de Investigación en Competitividad de la Industria Colombiana (GICIC) propuso y evaluó una metodología que permite una descripción de las cadenas productivas desde el punto de vista de mercado, económico y productivo, también incluye la identificación de las relaciones entre los actores de las cadenas (Calderón & Orjuela Castro, 2005).

Como resultado del análisis previo, la investigación realizada sobre la cadena de suministro de

cosméticos y productos de aseo se abordó incluyendo el diagnóstico de los procesos logísticos y los recursos, estudiados a partir de la identificación de factores y variables como se presentan a continuación.

Modelo metodológico

Consiste en definir en forma sistemática los elementos involucrados en la gestión logística de una cadena para posteriormente analizarlos por medio de variables y establecer su comportamiento, la investigación es descriptiva-explicativa y se llevó a cabo en tres fases principales esquematizadas en la figura 3.

Fase I: conceptualización

Es la recolección de información concerniente al sector, para conocer las características generales (exportaciones, importaciones, normatividad, entre otras), permite identificar las entidades públicas y privadas que apoyan al sector, en forma paralela se recolecta la información concerniente a logística, se resaltan la ANDI y LOGyCA que

son su respaldo institucional fueron facilitadores de esta fase.

Luego de abordar los diferentes conceptos en la literatura se construye una posición teórica frente a los diversos definiciones que se emplean por Elaboración propia. y se plantea el marco conceptual de referencia.

Fase II: desarrollo

Consiste en la clasificar, identificar y definir los actores, a partir de la información recopilada en la etapa anterior, permite tener una definición detallada de los actores. En segundo lugar se establecen las variables de caracterización y su operacionalización que permitan caracterizar la logística de la CS. Se define cada uno de los procesos logísticos y las categorías para el análisis, para posteriormente agruparlos en gestión y flujo atendiendo a un criterio de temporalidad, a nivel estratégico, táctico u operativo.

Las variables de gestión comprenden las actividades ligadas a la planificación, organización, coordinación y control del proceso, mientras las variables de flujo se refieren al movimiento de

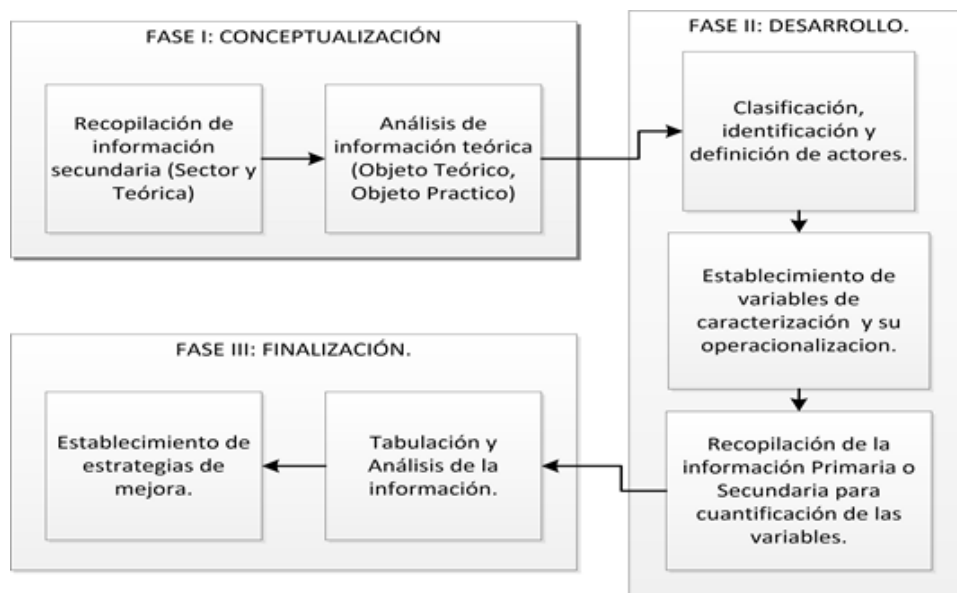


Figura. 3. Estructura de la metodología.

Fuente: Elaboración propia.

materiales e información producto de la gestión y operación de cada uno de los procesos (GICALyT, 2012), donde una adecuada gestión del proceso genera un eficiente flujo al interior y hacia los demás procesos logísticos. A partir de la información secundaria se describen algunas de las variables, otras se caracterizaron por medio de un instrumento de captura de información, para ello se diseñó un instrumento, se realizó un piloto, se definió la técnica de muestreo, la población y la unidad de análisis.

Prueba Piloto

Una vez terminado el instrumento de recolección de información primaria se estableció una prueba piloto con el fin de evaluar la calidad. La prueba piloto en primera instancia se realizó en dos sesiones de trabajo del grupo de investigación, la cual permitió mejorar el planteamiento de algunas preguntas e identificar preguntas que se repetían, así como el tiempo de aplicación del instrumento.

Definición de la técnica de muestreo

Para el proceso de recolección de información primaria fue necesario determinar la técnica de muestro a utilizar, para establecer las empresas de la cadena de abastecimiento que eran necesario encuestar para obtener la información de las variables logísticas evaluadas.

Para cumplir con el propósito del proyecto se seleccionó una muestra no probabilística de empresas pertenecientes a ella que se encontraran ubicadas en la región Bogotá-Cundinamarca. El tipo de muestreo no probabilístico utilizado en la presente investigación fue la muestra de sujetos voluntarios⁵, dado que fueron las empresas las que accedieron voluntariamente a participar en el levantamiento de información necesaria; vale la pena precisar que el acceso a las empresas no fue

fácil por confidencialidad de la información, por políticas de la empresa o simplemente porque no les interesaba hacer parte de estudios académicos.

Fase III: finalización

Esta fase consiste en la tabulación y análisis de la información. Se Analizan las encuestas al codificar la información según las categorías de análisis establecidas, las entrevistas se llevan a cabo siguiendo un formato preestablecido que permite el registro de las respuestas, las preguntas de observación directa se evalúan mientras se da el recorrido por las empresas (cuando la persona entrevistada lo permite) y se registra en el formato, en caso contrario se pregunta directamente al entrevistado. La información cualitativa disponible en las entrevistas se sintetiza en el instrumento de captura de información (bitácora). Los datos se transcriben al programa de tratamiento de información con el fin de realizar análisis descriptivo y estadísticos; finalmente se realiza un análisis logístico descriptivo de las variables de la CS.

Resultados

Se caracterizaron más de 250 variables a partir de información secundaria y con entrevistas aplicadas a 19 empresas de diversos eslabones de la cadena (exceptuando el de proveedores de insumos) para Colombia y diferentes regiones de Bogotá-Cundinamarca.

Conformación de la Cadena de Suministro

El comportamiento de la cadena está regido por los actores y las relaciones de los mismos, los cuales pueden clasificarse en externos e internos. La cadena de cosméticos y productos de aseo la conforman 690 empresas en sus diferentes eslabones, el 96,81% son microempresas, el 3,04% son

⁵ SAMPIERI, Roberto Hernández. Metodología de la Investigación, México, 1997.

pequeñas empresas y 0,14% son empresas medianas. La región Bogotá-Cundinamarca tiene 420 empresas (60.51%). El eslabón con mayor número de empresas es el de comercialización de producto terminado (debido a la presencia de droguerías y comercializadoras); al contrario, los proveedores de insumo solo cuenta con un 0,87% de empresas de la población.

Actores Externos

Lo constituyen los gremios, ministerios e instituciones que afectan la cadena, en especial en lo que se refiere a logística. El sector de cosméticos y productos de aseo cuenta con tres grandes ejes: normatividad, recursos humanos y fortalecimiento de la industria, cada eje es apoyado por entidades y se relacionan directamente con el sector. En lo relacionado con normatividad está el Ministerio de Protección Social, INVIMA, Ministerio de Hacienda, y el Ministerio de Comercio Industria y Turismo. En el aspecto de Recurso Humano interviene el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Ministerio de Educación Nacional y Universidades, y en el fortalecimiento de la industria se cuenta con los gremios.

Características de la cadena de suministro

El sector cosmético y de productos de aseo se abastece principalmente de las industrias química,

petroquímica, y la industria de oleaginosas (Departamento Nacional de Planeación, 2004), para esta investigación la cadena de suministro se encuentra constituida por tres cadenas productivas:

- **Cadena productiva de cosméticos:** Los procesos productivos para fabricar un cosmético son variados y generalmente de baja complejidad tecnológica, se caracterizan por la mezcla física de las materias primas y ensamble, más que por la creación de reacciones químicas. En su producción se emplean cuatro componentes principales: principios activos, excipientes, aditivos y correctores (Callejo Pérez & Plazas Gómez, 2010).
- **Cadena productiva de productos de aseo:** Los productos de aseo son aquellos que con su uso remueven la suciedad, desinfectan, aromatan el ambiente y buscan la conservación de la ropa, objetos u utensilios o elementos que serán utilizados por el ser humano.
- **Cadena productiva de absorbentes:** Los productos absorbentes son empleados para absorber o retener las secreciones, excreciones y flujos en la higiene de las personas o animales.

Estructura logística y de comercio exterior de la cadena

Las regiones Bogotá-Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Atlántico son las más importantes

Tabla 1. Empresas por eslabón en la cadena de suministro.

	ESLABÓN	NÚMERO DE EMPRESAS	PARTICIPACIÓN %
Proveedores	Proveedores materia prima.	58	8.41
	Proveedores de insumos	6	0.87
Transformadores	Transformadores	114	16.52
	Comercialización Materia prima e insumos	46	6.67
Comercialización	Comercialización de productos terminados.	310	44.93
Punto de venta	Punto de venta	146	21.16
Usuarios de productos de la cadena	Usuarios de productos de la cadena	4	0.58
Apoyo técnico	Apoyo técnico.	6	0.87

Fuente: Elaboración propia.

para la cadena dado que el 85,81 % de las empresas del total de 690 identificadas en el estudio se encuentran en estos departamentos, por eslabón (proveedores, transformadores, comercializadores) la mayor concentración se da en la región Bogotá-Cundinamarca (60,72 %).

El flujo de comercio exterior (exportaciones e importación) se presenta en estas regiones. En el 2013, Bogotá-Cundinamarca fue la región más importante. Por esta razón su desarrollo logístico se configura como un elemento prioritario, mediante acciones que busquen la mejora de la CS y la creación de un clúster. La estructura de la CS con los actores internos por eslabones, los actores externos, así como el entorno institucional se representan en la figura 4.

Análisis de procesos logísticos

Con base en las categorías de análisis definidas, procesos de gestión y flujo, así como recursos logísticos, se presentan los resultados relevantes en los eslabones caracterizados.

- **Gestión y flujo en proveedores**

El eslabón comercialización de materia prima tiene una fuerte participación de proveedores internacionales mientras que los de comercialización de producto terminado y punto de venta de nacionales como se observa en la figura 5.

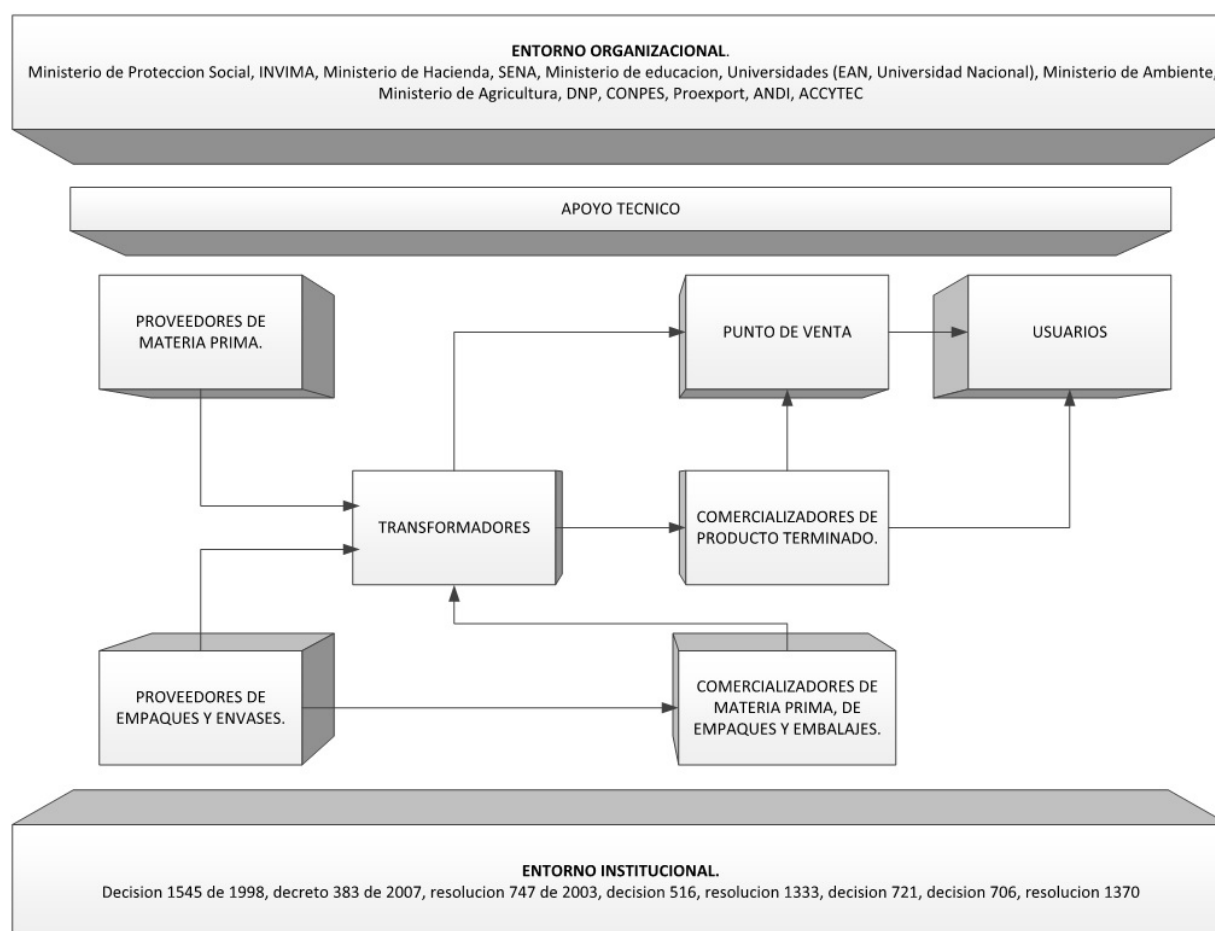


Figura. 4. Cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo.

Fuente: Elaboración propia.

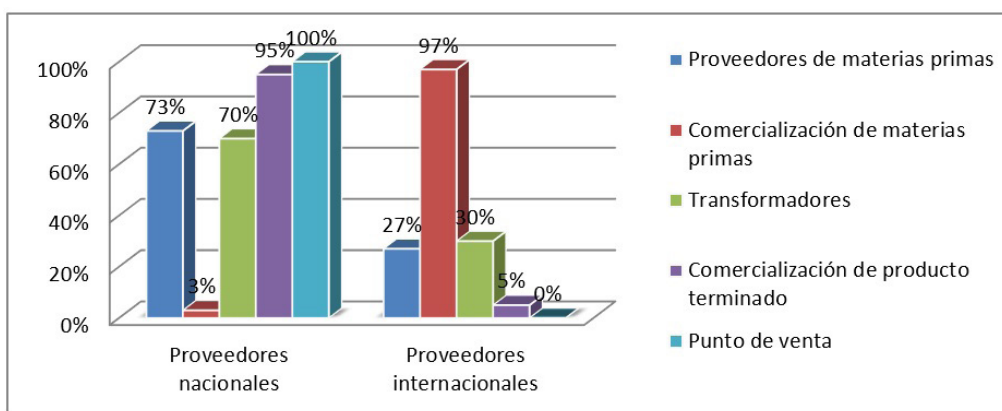


Figura. 5. Naturaleza de los proveedores⁶.

Fuente: Elaboración propia.

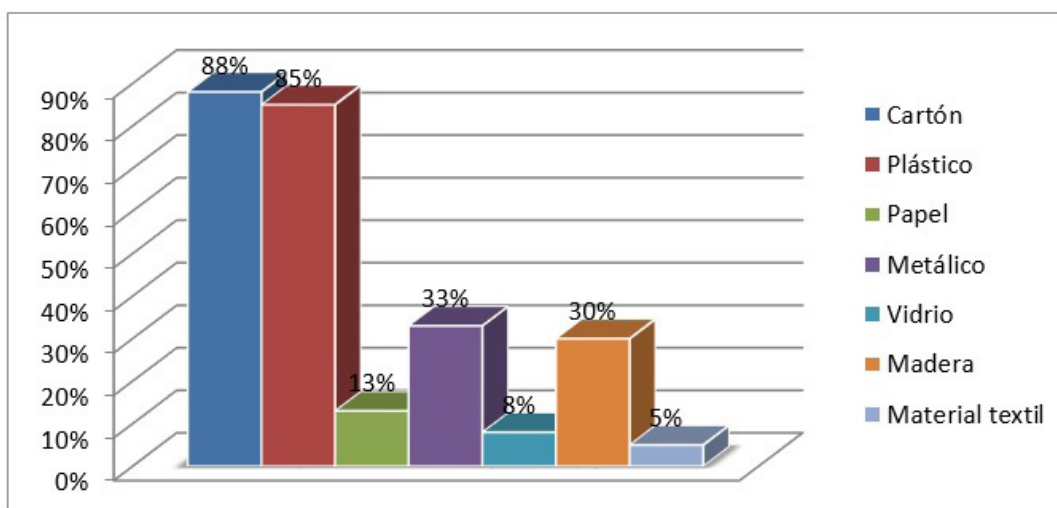


Figura. 6. Tipo de empaque para materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

• **Gestión y flujo en compras**

La totalidad de empresas cuentan con una política de compras. La figura 7 presenta como el 35% de las empresas considera las formas de pago ofrecidas por los proveedores como el aspecto más importante, seguido por las formas de entrega de los materiales con un 29%. Los departamentos de compras de las firmas se encuentran familiarizadas con las estrategias y

políticas generales de los proveedores haciendo el manejo de los proveedores más eficiente y productivo.

El criterio más empleado para clasificar las materias primas es por familia de productos (grasas, principios activos, alcoholes, etc.), con el fin de facilitar las labores de almacenamiento (evitar la contaminación de las materias primas y garantizar las condiciones de almacenamiento), así como las operaciones de compra de las materias primas

⁶ Se hace la aclaración que para los gráficos presentados en esta parte de la investigación las empresas pueden participar en una o más categorías analizadas razón por la cual los porcentajes en algunos casos no totalizan el 100%.

necesarios para la elaboración de los productos (eslabón transformadores).

La figura 8 muestra que el 97% de las materias primas adquiridas por el eslabón comercialización de materias prima e insumos son de origen internacional, lo cual muestra la importancia que tiene el mercado exterior para el suministro de la cadena, este eslabón vende sus productos a las empresas transformadoras. Las empresas comercializadoras de materia prima compran poco a proveedores o fabricantes nacionales principalmente por la baja calidad de los productos.

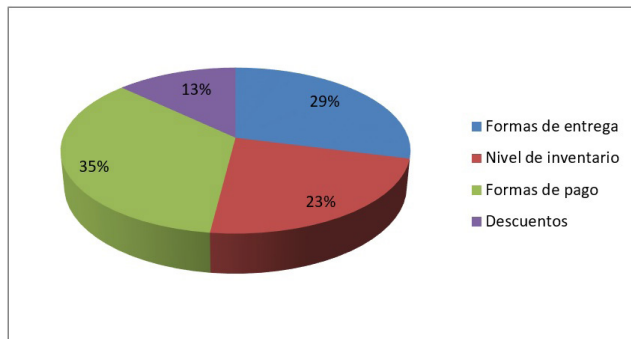


Figura. 7. Aspectos considerados dentro de la política de compras.

Fuente: Elaboración propia.

• **Gestión y flujo en almacenamiento**

El tipo de almacén de las empresas está directamente relacionado con el eslabón al cual pertenecen. Los comercializadores de materia prima tienen almacenes de producto terminado⁷, los proveedores de materia prima tienen almacenes de producto terminado y de producto en proceso y los transformadores poseen almacén de materiales, producto en proceso y terminado. Solo el 10% de las empresas tienen almacenes dedicados por cliente o proveedor. La figura 9 sugiere que la operación de los almacenes está a cargo de la misma empresa en el 73.7% de los casos, el 15.8% la terceriza con operadores logísticos y un 10.5% lo hace de manera combinada.

El total de empresas respetan las normativas para la ubicación pasillos y comunicación y elección estanterías, asociadas al almacenamiento de materias primas, insumos y/o productos terminados pues los productos deben separarse por familias, por la naturaleza química o natural.

Las empresas que comercializan materia prima presentan un mayor nivel de ocupación como se observa en la figura 10, ya que deben disponer de ella para los otros eslabones, y mantener los

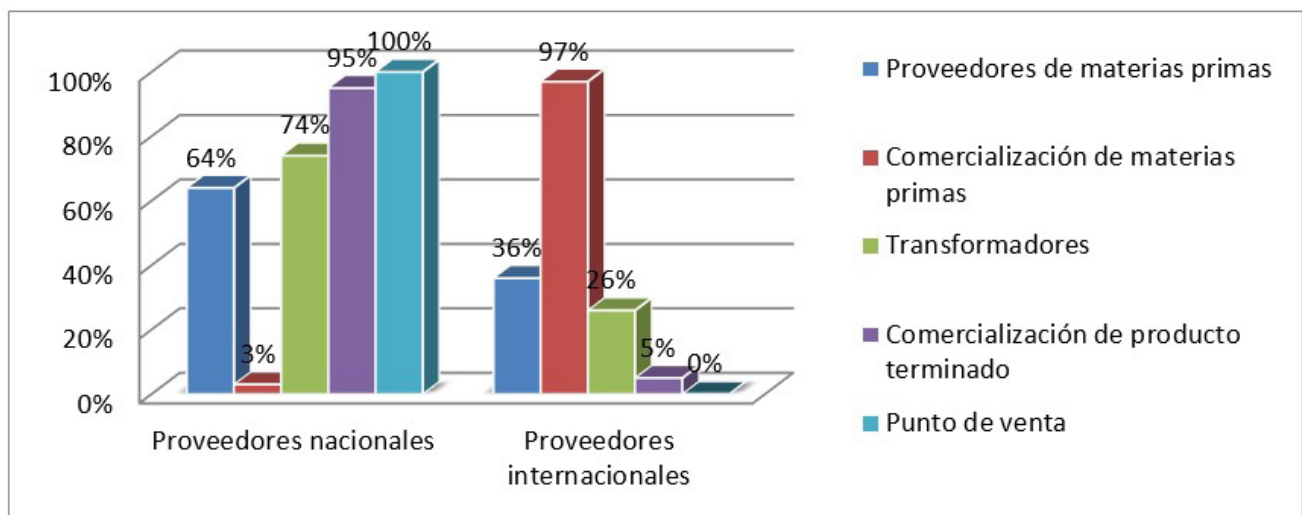


Figura. 8. Procedencia de las materias primas.

Fuente: Elaboración propia.

niveles de stock más elevados por ser principalmente importados, el eslabón punto de venta tiene un promedio de ocupación del 65% porque se han concentrado en reducirlo.

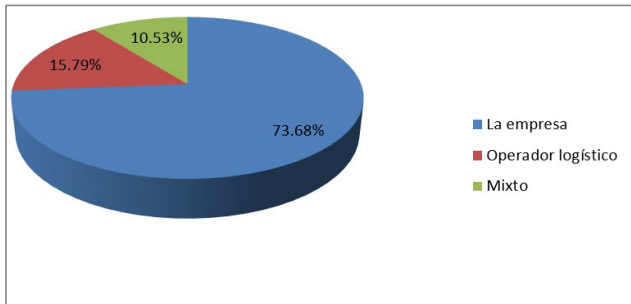


Figura 9. Operación de los almacenes.

Fuente: Elaboración propia.

• Gestión y flujo en inventarios

Las empresas que participaron en el estudio tienen en cuenta el nivel de inventario en el momento de colocar nuevas órdenes a los proveedores, el 95% de ellas gestiona directamente el proceso de inventarios y un 5% lo terceriza; el 47% informa los niveles de inventario de materia prima con los proveedores y un 32% comparte la información de los niveles de inventario de producto terminado.

En lo referente a los pronósticos de demanda; el 63% de las empresas los comparte con sus proveedores, el 53% emplea métodos cualitativos, los cuales en su mayoría son empíricos que han adaptado a sus necesidades. Las series de tiempo son empleados por el 16% de las empresas y un 26% utiliza tanto métodos cualitativos como series de tiempo.

En general solo el 26% de las empresas emplea modelos de simulación para evaluar la efectividad de los pronósticos, el 95% realiza seguimiento a la técnica de pronóstico porque considera importante mejorar los estimativos sobre lo que deben producir o comercializar.

• Gestión y flujo en Distribución

El tipo de distribución que se lleva a cabo en la cadena se da desde el almacén al cliente de forma directa, fundamentalmente se subcontrata el servicio con operadores de transporte, entre los cuales se encuentran: American Logistics, Open Market y Servientrega. Los servicios subcontratados son la carga y descarga, los fletes y la devolución de los productos. Al momento de escoger un operador logístico se busca que sea especializado para que logren garantizar las condiciones de calidad y ofrezcan seguimiento en tiempo real

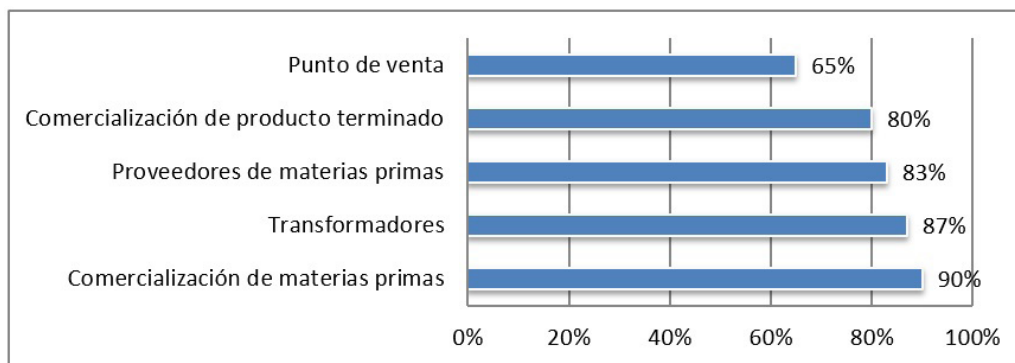


Figura 10. Ocupación promedio de los almacenes por eslabón.

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Los comercializadores de materia prima no le agregan ningún valor en el proceso productivo, por eso en este eslabón las materias primas son el producto terminado que luego pasa al siguiente eslabón como materia prima.

de los productos. La información que se comparte con las empresas subcontratadas es principalmente los pedidos y entregas pendientes, el control a pedidos despachados y cambios en bienes o servicio requeridos. El 90% de las empresas manifestó que los productos distribuidos por ellos son despachados como cargas de tipo general (no requieren condiciones especiales para su transporte), tan solo un 20% manejan algún tipo de carga contenedorizada (empresas más grandes a nivel de instalaciones y marcas con mayor reconocimiento a nivel nacional).

Los empaques más empleados para los productos de la cadena son cartón, plástico y madera como se observa en la figura 11. Además, aproximadamente el 58% de las empresas no realizan logística inversa o de reversa, es decir, no se planifican y controlan de forma eficiente los costes (almacenaje de materiales, inventarios, así como la información relacionada) con los productos desde el punto de consumo al punto de origen.

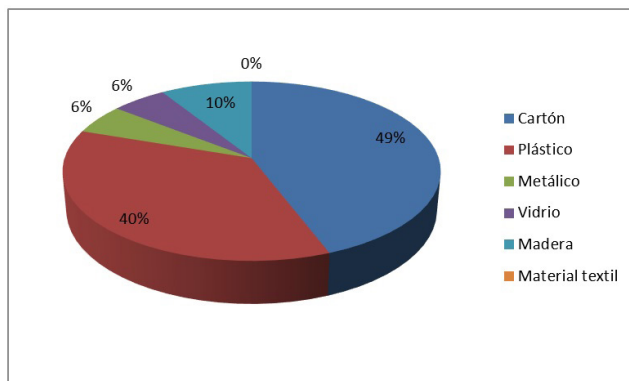


Figura. 11. Empaques empleados en la cadena.

Fuente: Elaboración propia.

- **Gestión y Flujo en la logística de servicio al cliente**

Los eslabones proveedores de materia prima y punto de venta cuentan con mayor número de clientes nacionales y quienes requieren estrategias para captar mayores clientes internacionales como se observa en la figura 12. Para las empresas que manejan el canal de comercialización de grandes

superficies la responsabilidad sobre la operación en bodegas y las estanterías en los puntos de venta está a cargo de las grandes superficies (Éxito, Jumbo, Carulla) las cuales cobran por prestar este servicio.

El 68% de las empresas conocen la desviación en cantidad y tipo de bien requerido por los clientes, insumo importante para generar un buen pronóstico de la demanda. En lo que respecta a sistemas computacionales el 58% de las empresas cuentan sistemas asociados a actividades de servicio al cliente. El porcentaje producto devuelto por los clientes se encuentra entre un 0,5% y el 3% para cada uno de los eslabones de la cadena, la figura 13 muestra las causas de devolución de productos.

Análisis de recursos logísticos

Los recursos analizados de acuerdo con la perspectiva establecida fueron: equipo de almacén, recurso humano, transporte y trazabilidad.

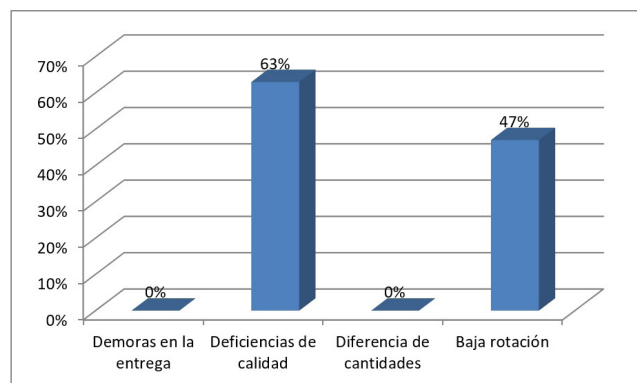


Figura. 13. Causas de devolución de productos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Equipo de Almacén**

Los equipos empleados por las empresas para labores de almacenamiento son de tipo manual en el 47% de los casos, mecánicos en el 42 y electrónico en el 11%. La totalidad de los equipos son operados por personas, no existen equipos controlados por computadora.

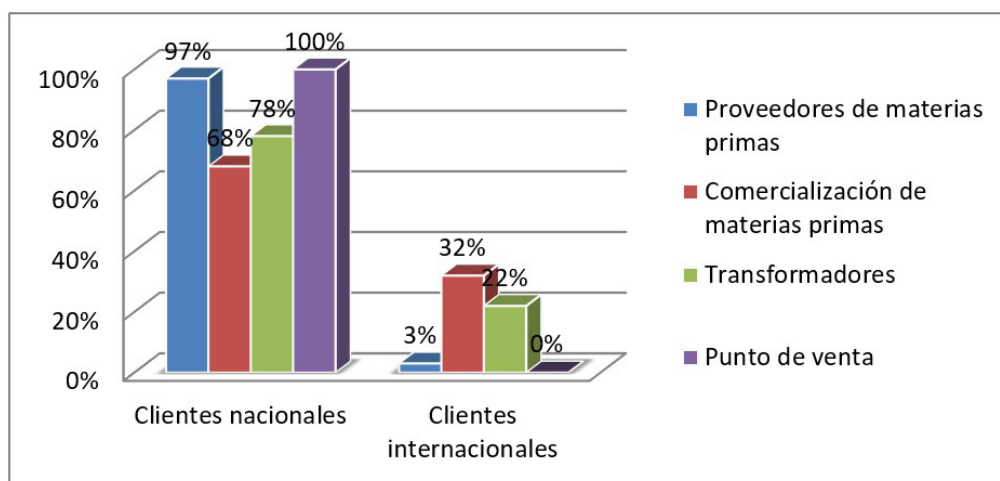


Figura. 12. Clientes nacionales e internacionales por eslabón.

Fuente: Elaboración propia.

• Recurso Humano

Los cargos operativos se definen en todas las empresas de la cadena, los mandos medios y gerenciales se establecen en el 84% y 58% respectivamente. Para estos últimos es importante la formación académica y la experiencia profesional. En los cargos operativos la experiencia es lo más importante. La mayoría de las empresas cuentan con una o dos personas que gestionan todos los procesos logísticos definidos, solo en las empresas grandes existen personas que se dedican específicamente a cada uno de ellos.

• Recurso transporte

El modo de transporte más usado a nivel interno es por carretera debido a los altos costos del modo aéreo. Los vehículos más empleados en la cadena son tipo estacas y la mayoría de modelos tienen hasta 10 años. El principal punto de origen de los productos es Bogotá y el destino más importante es el Valle del Cauca. El tiempo, es el aspecto más controlado durante el proceso de transporte debido a que es subcontratado, pocas empresas tienen flota propia.

• Trazabilidad

El 95% de las empresas tienen definido su sistema de trazabilidad, el cual es sistematizado en el 44% de los casos, el sistema tiene tres funciones: identificación de datos, captura de datos y administración de información; el 72% de las firmas cuentan con un método que les permite hacer gestión integral de la información, el 22% de las empresas tienen sistemas que solo les permiten hacer identificación y un 6% cuenta con sistemas de captura de información.

Conclusiones

La cadena de suministro de cosméticos y productos de aseo se forma por la interacción de los actores de más de una cadena productiva, tres para este caso, cosméticos, productos de aseo y absorbentes, formando una red de relaciones enmarcadas por el flujo de los productos y la información que se asocia a ellos. No obstante, en la aplicación de la metodología y análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas entre el comportamiento de las variables logísticas estudiadas y reportadas.

El análisis es de carácter exploratorio y descriptivo en la cadena de suministro, ninguno de los estudios encontrados tiene el enfoque planteado en la presente propuesta. Es así como se logra un análisis estratégico, táctico y operativo de los procesos (modos) y recursos (medios) logísticos. La perspectiva de análisis se hace en el marco de los cinco procesos logísticos aprovisionamiento (proveedores y compras), almacenamiento, inventarios, distribución y logística de servicio al cliente, así como en los recursos almacenes, transporte, recursos humanos y la trazabilidad.

El trabajo realizado permitió conocer el comportamiento del sector a nivel nacional mediante la caracterización de variables con el trabajo de campo en Bogotá, evaluar más de doscientas cincuenta variables, de las cuales en este artículo se reportan algunas, logrando un valioso nivel de detalle de los procesos y recursos logísticos. Además, a nivel teórico y práctico el análisis permitió conocer la interacción de todos los agentes de la CS y definir su estructura y los eslabones de la cadena a partir del análisis de los códigos CIU que la conforman.

Finalmente se resalta que la globalización y la difusión de la innovación alrededor de la gestión de las cadenas de suministro han aumentado la necesidad de nuevos métodos que permitan tanto de las empresas individuales como a sus entornos obtener los mejores resultados. Ejemplo de ello son los estudios sectoriales realizados en países como México (Centros de Estudios de Competitividad, 2015) en los cuales para diversos sectores económicos; los actores de la cadena de valor, la estructura de mercado y la logística se presentan como los factores críticos de éxito que darán respuesta a estas necesidades.

Referencias bibliográficas

- Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Cooper, B. M. (2007). *Supply Chain Logistics Management* (Vol. dos). New York, NY, USA: McGraw Hill.
- Brewer, P. C., & Speh W, T. (2000). Using the balanced scorecard to measure supply chain performance. *Journal of Business Logistics* , 21 (1), 75.
- Calderón, M. E., & Orjuela Castro, J. A. (2005). *Competitividad en la Cadena Agroindustrial láctea*. Bogotá: Fondo Editorial, Universidad Distrital Francisco José de Cladas.
- Callejo Pérez, I., & Plazas Gómez, I. (2010). Propuesta de una guía para el manejo ambiental de los procesos en la industria cosmética. *Revista arte y ciencia cosmética* .
- Centros de Estudios de Competitividad. (14 de 5 de 2015). *Centros de Estudios de Competitividad*. Obtenido de <http://cec.itam.mx/es/68/paginas/estudios-sectoriales>
- Christopher, M. (2011). *Logistics and Supply Chain Management Financial Times Series*. Prentice Hall.
- DANE. (20 de Abril de 2013). *Infraestructura Colombiana de datos - ICD*. Obtenido de *Infraestructura Colombiana de datos - ICD*: <http://190.25.231.246:8080/Dane/tree.jsf>.
- Departamento Nacional de Planeación. (2004). *Documento Sectorial Cosméticos y Aseo*.
- Escudero Serrano, M. J. (2005). *Almacenaje de Productos*. Madrid, España: Thomson Paraninfo.
- Felix, T. S., & Chan Qi , H. J. (2003). Feasibility of performance measurement system for supply chain: a process-based approach and measures. *Integrated Manufacturing Systems* , 14, 179-190.
- GICALyT. (2012). *Proyecto Caracterización de la Logística en Colombia*. Bogotá: Grupo de Investigación GICALYT.
- Goknur, A. A., & Turan, E. E. (2010). Supply chain performance measurement: a literature review. *International Journal of Production Research* , 48, 5137-5155.
- Gopal, P. R., & Thakkar, J. A. (2011). Review on supply chain performance measures and metrics: 2000-2011 2012. *International Journal of Productivity and Performance Management* , 61, 518-547.

- Gunasekaran, A., & Kobu, B. (2007). Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature. *International Journal of Production Research*, 45.
- Gunasekaran, A., Irani, Z., Choy, K.-L., Filippi, L., & Papadopoulos, T. (2015). Performance measures and metrics in outsourcing decisions: A review for research and applications. *International Journal Production Economics*, 161, 153-166.
- Gunasekaran, A., Patelb, C., & McGaughey, R. E. (2004). A framework for supply chain performance measurement. *International Journal of Production Economics*, 87, 333-347.
- Huan, S. H., Sheoran, S. K., & Wang, G. (2004). A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model. *Supply Chain Management: An International Journal*, 9 (1), 23-29.
- Lambert, D., & Knemeyer, M. (2007). *Measuring Performance: The Supply Chain Management Perspective*. Neely A. Business Performance Measurement Unifying Theories and Integrating Practice (2nd Edition, ed.). London: Cambridge University Press, London,.
- Maskell, B. H. (1991). *Performance Measurement for World Class Manufacturing*. Portland: Productivity Pres, Inc.
- MinComercio, A. (2005). *Cadena productiva de productos de aseo*. Ministerio de Comercio Industria y Turismo; ANDI; Centro de Investigaciones y Asistencia Técnica Int. Bogotá: ANDI.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International journal of operations & production management*, 25 (12), 1228-1263.
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Richards, H., Gregory, M., Bourne, M., y otros. (2000). Performance measurement system design: developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (10), 1119-1145.
- Orjuela C, J. A., M, H. R., & Casilimas G, W. A. (2015). Impact analysis of transport capacity and food safety in Bogota. *In Engineering Applications-International Congress on Engineering (WEA) Workshop on. October*, págs. 1-7. IEEE.
- Orjuela C, J. A., Ocampo, O., & Suspes, E. (2005). Operadores y plataformas logísticas. *Revista Tecnura*, 8 (16), 115-127.
- Orjuela Castro, J. A., Caderón, M. E., & Buitrago, S. (2006). *La cadena agroindustrial de frutas*. Bogotá: Fondo Editorial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Orjuela Castro, J. A., Castañeda Calderón, C. A., & Calderón, M. E. (2008). Análisis de la cadena de valor en las estructuras productivas de uchuva y tomate de árbol en la Provincia de Sumapaz y el Distrito Capital. *Ingeniería*, 13 (2), 4-12.
- Penteado Marchesi, M. M., & Chicarelli Alcântara, R. L. (2016). Logistics activities in supply chain business process: A conceptual framework to guide their implementation. *The International Journal of Logistics Management*, 27, 6-30.
- Rey, M. F. (2008). *Competitividad Nacional en logística vía desempeño Logístico empresarial*.
- Sabria, F. (2012). *La cadena de Suministro*. Alfaomega.
- Suwigno, P., Bititci, U. S., & Carrie, A. S. (2000). Quantitative models for performance measurement system. *International journal of production economics*, 64 (1), 231-241.
- Tersine, R. J. (1998). *Principles of Inventory and Material Management*. Oklahoma, USA: Prentice Hall.
- Torres, M. M. (2003). *Sistemas de Almacenaje y Picking*. Madrid: Diaz de los Santos.
- World Bank. (2014). *Report The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington: The World Bank.
- Zipkin, P. H. (2000). *Foundations of Inventory Management*. Singapur, Republic of Singapore: McGraw Hill, International Edition.



REVISTA CIENTÍFICA

Enfoque y alcance

La **Revista Científica** publica artículos científicos, revisados por pares, cubriendo todos los aspectos de la ingeniería y la educación científica. Nuestro objetivo es difundir investigaciones originales, útiles y relevantes que presenten nuevos conocimientos sobre aspectos teóricos o prácticos de las metodologías y métodos usados en ingeniería o conducentes a la mejora de la práctica profesional, así como también artículos originales sobre investigaciones en educación en física, química, biología, tecnología o ingeniería. Todas las conclusiones presentadas en los artículos deben estar basadas en el estado actual del conocimiento y soportadas por un análisis riguroso y una evaluación equilibrada.

Dadas las políticas de Colciencias y los índices internacionales, solo se publicará un 30% de artículos de miembros de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Alcance geográfico: Nacional e Internacional

Proceso de evaluación por pares

Los artículos convocados para las Revista Científica del Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico CIDC de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se someten a evaluación por parte de pares académicos, internos y externos, nacionales e internacionales, expertos en las temáticas, bajo la modalidad de doble ciego.

Fases del proceso de revisión por pares

Fase 1: El artículo es revisado por el editor, para verificar que cumple con las políticas de la revista y las normas para autores, los artículos que cumplen, son revisados por el comité editorial para evaluar la calidad de los mismos y se seleccionan aquellos que son de investigación y revisión, para ser enviados a pares evaluadores

Fase 2: Se envía el artículo a los pares evaluadores, quienes contarán con un tiempo máximo de un mes para enviar su dictamen de la obra.

Fase 3: Una vez enviado el dictamen por parte de los pares, se procede a reenviar las sugerencias a los autores, contarán con un tiempo aproximado de dos semanas para enviar las correcciones a partir de la fecha de envío.

Fase 4: Si las evaluaciones son positivas, el Comité Editorial decide la publicación del artículo. Por el contrario, si son negativas, se rechaza. En caso de un dictamen positivo y uno negativo, se envía a un tercer par y según su evaluación se tomará una decisión editorial.



Frecuencia de publicación

La **Revista Científica** tiene una periodicidad cuatrimestral. Se recibirán artículo por medio de 3 convocatorias al año y los números serán visibles, el 30 de abril, 30 de agosto y 30 de diciembre. A partir de 2017, los números estarán visibles, el primero de enero, primero de mayo y primero de septiembre.

Política de acceso abierto

La revista edita sus contenidos bajo la modalidad de *Open Acces*, esta es una manera de difundir la producción académica, en la cual el acceso libre debe ser garantizado por la revista sin restricciones al momento de su publicación en línea.

Este movimiento Aboga por la supresión de barreras que limiten el acceso al fruto de la investigación como un bien universal al que todos tienen derecho, permitiendo a cualquier usuario leer, descargar, copiar, distribuir, imprimir, buscar o

usar con cualquier propósito legal, de manera gratuita sin ninguna barrera financiera, legal o técnica fuera de lo que es acceder a Internet con el fin de Proporcionar a los autores y a su obra un nuevo escenario, donde difundirla y darle mayor visibilidad e impacto. La única limitación en cuanto a reproducción, distribución y copyright será dar a los autores el control sobre la integridad de sus trabajos y el derecho de ser adecuadamente reconocidos y citados.

Misión

La misión de la **Revista Científica** es difundir artículos originales, de calidad técnica y científica elaborados por los miembros de la comunidad académica y profesional nacional e internacional, producto de proyectos de investigación en las áreas de las ciencias, las ingenierías y la educación científica, así como artículos de revisión y actualización, u otros trabajos que contribuyan al conocimiento y desarrollo del país.

Proceso Editorial

Todos los artículos serán sometidos a detección de plagio por medio del software Turnitin, cuando éste se detecte total o parcialmente, el texto no accederá al proceso editorial y se le notificará al autor.

Son criterios excluyentes para la aceptación de los documentos:

- El tema no corresponde al campo temático de la revista.
- No emplea el tipo de referencia y citación *American Psychological Association* (APA)
- No se envía el escrito en el soporte requerido (formato Microsoft Word).
- El autor(es) han publicado en el último año en la Revista Científica.
- El trabajo es enviado fuera de la convocatoria.
- No cumple con las normas para los autores.

Los artículos susceptibles de publicación pasarán a revisión por pares académicos, una vez estos emitan su apreciación, remitiremos las sugerencias al autor, quien deberá en un tiempo establecido por el Comité editorial, ajustar el manuscrito, o si es el caso, argumentar la no realización de los ajustes.

Proceso de arbitraje

- Una vez cerrada la convocatoria el Comité Editorial hace una primera revisión, después de la cual, **el trabajo puede ser rechazado sin evaluación** adicional sino cumple con las políticas de la revista o se acepta para la evaluación de los pares evaluadores. Por lo anterior, no se asegura a los autores la publicación inmediata de dicho artículo. **La decisión de rechazar un trabajo es definitiva e inapelable.**
- Los trabajos pueden ser rechazados en esta primera evaluación porque no cumplen con los requisitos de redacción, presentación, estructura o no son suficientemente originales y/o pertinentes con la publicación a editar.
- Los trabajos que son aceptados en esta primera etapa, inician la evaluación mediante el proceso de **“doble ciego”**, los artículos son enviados a los pares expertos en el área respectiva, cuyas identidades no serán conocidas por el autor y, a su vez, los pares evaluadores tampoco conocerán la(s) identidad(es) del(los) autor(es).
- En cuanto se reciben todos los resultados de las evaluaciones, el Comité Editorial se reúne y define la respuesta sobre el proceso de evaluación del artículo y comunica cualquiera de las siguientes respuestas:

Aceptado para publicación sin modificaciones: el artículo se publicará tal cual se ha recibido y solo se harán correcciones de ortografía y estilo.

Aceptado para publicación con correcciones menores: el trabajo será publicado una vez los autores realicen las correcciones menores sugeridas por los evaluadores. Estas serán revisadas por el

comité editorial, quienes decidirán si estas son aceptadas o no.

Rechazado: El artículo no se recomienda para publicación.

- Si el trabajo es aceptado, pero con la recomendación de hacer modificaciones, se le devolverá al (los) autor(es) junto con las recomendaciones de los árbitros para que preparen una nueva versión corregida para lo cual disponen del tiempo que le indique el Comité Editorial, en un plazo máximo de 15 días calendario.
- Los trabajos se reciben por convocatoria, los trabajos que lleguen una vez cerrada la convocatoria serán trasladados a la siguiente convocatoria y la revisión inicial se realizará una vez cerrada la siguiente convocatoria. Por lo tanto, se recomienda que ajuste sus envíos a las convocatorias.
- Los trabajos no publicados serán archivados como artículos rechazados.
- La Revista Científica trabaja en línea con las políticas definidas por Colciencias.

Guía para Evaluadores

Los artículos sometidos a ser publicados en la Revista Científica serán evaluados por dos pares expertos y anónimos. Cada evaluador deberá leer atentamente el manuscrito y emitir un informe justificado y argumentado entorno a la conveniencia o no de su publicación, incluyendo sugerencias y orientaciones para su mejora cuando sea.

Las dimensiones a tener en cuenta son las siguientes:

1. Claridad, relevancia y novedad del tema y del problema analizado.
2. Fundamentos (Marco teórico y antecedentes)
3. Metodología y análisis de datos.
4. Estructuración del discurso (argumentación, coherencia, hilo conductor)

5. Cumplimiento de las normas de la Revista (título, del resumen y de las palabras claves en español, inglés y portugués) <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/about/submissions#authorGuidelines>
6. Formato, presentación y extensión.
7. Otros que considere el par.

La evaluación concluirá con una de las siguientes decisiones:

- a) Publicar sin modificaciones; b) Publicar con modificaciones; c) No publicar.

A continuación, encontrará el formato de evaluación <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/11468>

Gracias por su colaboración
Comité Editorial

Ética y buenas prácticas de publicación

La Universidad Distrital Francisco José de Caldas, el Centro de Investigaciones Científicas CIDC y el Comité Editorial de la revista con el propósito de mantener la calidad científica y académica de las publicaciones, establece los siguientes principios éticos, promulgados por el *Committee on Publications Ethics-COPE*, así como por los estándares éticos y legales del Manual de Publicaciones de la *American Psychological Association (APA)* 6ta edición, estas buenas prácticas deben ser llevadas a cabo tanto por los autores, el Comité Editorial y la Institución.

Responsabilidades de los autores

En caso de ser necesario, el autor debe presentar en el artículo la información pertinente (organismos de financiación, afiliación institucional, participantes, etc.) que autoriza su publicación en repositorios u otras formas de almacenamiento.

Declarar la originalidad del manuscrito, hacer uso de la información como lo demanda los derechos de autor.

En caso de ser necesario, garantizar que los estudios realizados en humanos u otras especies cumplen con la normatividad nacional e internacional. Para tal fin, debe presentar la prueba de consentimiento informado.

Declarar cualquier posible conflicto de interés.

El autor debe advertir al Comité Editorial sobre cualquier error significativo en el artículo publicado para que sea subsanado mediante una *fe de erratas*, adenda, carta al editor o retiro de la publicación.

En caso de detectarse plagio, suplantación de información u omisión de la misma, el autor está obligado a retractarse públicamente y dependiendo de la gravedad de la falta, se estimará el retiro o corrección de la publicación.

Responsabilidad del Comité Editorial

El Comité Editorial de la Revista Científica actúa objetivamente en el desempeño de sus labores, evitando cualquier tipo de discriminación motivada por razones de género, sexo, religión, condición étnica o ubicación geográfica de los autores.

Establece procesos claros y transparentes para los casos de denuncia de tipo ético o de conflicto de interés. Todos los reclamos serán estudiados y se permitirá a los autores responder a ellos en un plazo razonable.

Asegura la confidencialidad de la información y de los procesos editoriales. Asimismo, evita publicar artículos que presenten las siguientes irregularidades:

- Conflicto de interés.

- No sean originales.
- Falsifiquen o adulteren la información.
- Publicación fragmentada.
- Con plagio o autoplagio.
- Exceso de autocitas y referencias no citadas.
- Las publicaciones de los miembros del Comité Editorial y el Comité Científico están restringidas.

Responsabilidad de la institución editora

El Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas velará por la ejecución de buenas prácticas éticas y editoriales en todas sus publicaciones.

Identificación de comportamiento no ético

Si se detecta una mala conducta ética, la denuncia debe estar apoyada en pruebas suficientes que permitan iniciar el proceso de investigación. Se debe seguir el debido proceso, así como mantener los criterios de confidencialidad de la información. El Comité Editorial de la Revista Científica finalizará el proceso con una decisión que será informada al autor o autores implicados y se tomarán las medidas pertinentes para la resolución del caso.

Las infracciones

Leves:

Las faltas menores serán tratadas directamente con el autor para que en un plazo establecido responda a las acusaciones.

Graves:

Las faltas graves pueden requerir algunas de las siguientes acciones:

- Informar sobre la mala conducta y tomar medidas para evitar errores futuros.

- Publicación de notificación formal detallando la mala conducta.
- Publicación editorial que detalla el comportamiento no ético.
- Carta formal al autor y a la institución financiadora.
- Retracción formal o retiro del artículo, previa información al autor, servicios de indexación y lectores de los motivos de la decisión.
- Informar sobre el caso y el resultado a una organización profesional o autoridad superior para una mayor investigación y acción.

Propiedad Intelectual

El (los) autor(es) al enviar su artículo a la Revista Científica certifica que su manuscrito no ha sido, ni será presentado ni publicado en ninguna otra revista científica. Al enviar el artículo acepta igualmente, que para su publicación transferirá los derechos a la revista, quien puede divulgarlo en versión impresa o electrónica.

Para tal fin se encuentra dispuesto el *Formato cesión de derechos de autor*, que debe ser enviado firmado por la totalidad de los autores y en formato PDF.

Publicación sin ánimo de lucro

Dentro de las políticas editoriales establecidas para la Revista Científica en ninguna etapa del proceso editorial se establecen costos, el envío de artículos, la edición, publicación y posterior descarga de los contenidos es de manera gratuita dado que la revista es una publicación académica sin ánimo de lucro.

Historia

La Revista fue creada en 1999 por Vicerrectoría de Investigación, Innovación, Creación, Extensión y Proyección Social, con la intencionalidad

de publicar artículos relacionados con los desarrollos científicos y tecnológicos.

REVISTA CIENTÍFICA

Focus and Scope

The **Revista Científica** of the University Francisco José de Caldas, is sponsored by the Center for Research and Scientific Development, the journal publishes scientific papers, peer-reviewed, covering all aspects of engineering and natural science education. Our goal is to disseminate original, useful and relevant research to present new knowledge about theoretical and practical aspects of the methodologies used in natural sciences and engineering methods.

The **Revista Científica** is indexed and abstracted in PUBLINDEX category B (National System of Indexing Colombian Scientific Journals) in Latindex (Directory of Scientific Publications in Latin America). It is found in databases such as: e-revist@s, Latin American News, DOAJ and Academic Journal Database (EBSCO), Periodica, Google Scholar, Fuente Academica Premier Plus.

Peer Review Process

All the articles will be subject to plagiarism detection through the software Turniting Detector. If there is any detection in all or part of the document, the text does not pass to editorial process and the author will be notified.

They following are the particular criteria for acceptance of the documents:

- The issue is not related to the subject area of the journal.
- It does not use the reference and citation by the American Psychological Association (APA)
- The article is not written in the required format (Microsoft Word).

- The author (s) has published in the last year in the journal.
- The article is sent out of the call due date.
- It does not meet standards for authors.

Articles that could be published will be submitted to evaluation by academic peers. Once they send their possible conclusions, we will forward those to the authors, who must deliver the article to the Editorial Board, including the suggested adjustments or the reasoning for avoiding them.

Finally, once contrasted the changes by the Editorial Board, the article is approved for publication and the author is notified about the number and the respective volume.

Publication Frequency

The Journal has three times a year periodicity the numbers circulate the months of January, May and December.

Open Access Policy

Non-profit publication

Within the editorial policies established for the journal, at any stage of the editorial process will be charges; sending articles, editing, publishing and subsequent submission of the contents are free, because the journal is a non-profit, academic publication.

Scope

The **Revista Científica** of the University Francisco José de Caldas, is sponsored by the Center for Research and Scientific Development, the journal publishes scientific papers, peer-reviewed, covering all aspects of engineering and natural science education. Our goal is to disseminate original, useful and relevant research to present new knowledge

about theoretical and practical aspects of the methodologies used in natural sciences and engineering methods.

Readership

Engineering, science, technology and, science education researchers and science educators worldwide.

Referee Guidelines

The articles submitted to be published in the Scientific Journal will be evaluated by two expert and anonymous reviewers. Each evaluator should carefully read the manuscript and issue a justified and reasoned report on the appropriateness of publication, including suggestions and guidelines for improvement.

The dimensions to take into account are the following:

1. Clarity, relevance and novelty of the subject and the problem analyzed.
2. Foundations (Theoretical framework and antecedents)
3. Methodology and data analysis.
4. Structure of discourse (argumentation, coherence, guiding thread)
5. Compliance with the rules of the Journal (title, abstract and key words in Spanish, English and Portuguese) <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/about/submissions#AuthorGuidelines>.
6. Format, presentation and extension.
7. Others that consider the pair.

The evaluation will conclude with one of the following decisions:

- A. Publish without modification;
- B. Publish with modifications;
- C. Not to publish.

Below you will find the evaluation format
[Http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/11468](http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/11468)

Thank you for your cooperation.

Editorial committee

Good practice and Ethical standards

With the purpose of maintaining the scientific and academic quality of publications, District University Francisco José de Caldas, the Scientific Research Center – CIDC, and the Editorial Board of the magazine, establishes the following ethical principles developed by the Committee on Publication Ethics-COPE, as well as the ethical and legal standards included in the APA's sixth edition publication guidelines. These good practices should be carried out by the authors, the Editorial Board and the institution.

Authors Responsibilities

In case of necessary, the author should submit in the Article the relevant information (funding agencies, institutional affiliation, participants, etc.) authorizing its publication in repositories or other forms of storage.

Certification of the originality of the paper; make use of information as demanded by copyright.

In case of necessary, ensure that studies in humans or other species comply with national and international standards. To this end, provide proof of informed consent.

Declare any potential conflict of interest.

The author should report the Editorial Board on any significant error in the article to be corrected with the publication of an erratum, appendix, notice or correction.

In case of plagiarism, theft or omission of information, it is mandatory that the author retract publicly and depending on the seriousness of the offense, will be considered a removal or correction of the publication.

Editorial Board responsibilities

The Editorial Board of the journal acting objectively, without any sexual, religious discrimination, political, origin or ethics of the authors.

Follow proper procedures to resolve any ethical complaints or conflicts of interest. All the complaints will be subject of study and will allow the author response in a reasonable time.

Maintain the confidentiality of the data supplied and the editorial process. Also, to avoid the publication of any article with the following irregularities:

- Conflict of interest.
- Not original articles.
- Falsification or erroneous data.
- Fragmented publication.
- Containing plagiarism or self-plagiarism.
- Excessive citation or references not cited.
- Publications of the Editorial Board and The Scientific Committee are restricted.

Editor responsibilities

The Scientific Research and Development Center and District University Francisco José de Caldas will ensure that ethical standards and good practices are fully implemented.

Identification of unethical behavior

If unethical behavior is detected, the complaint must be supported by sufficient evidence to initiate the investigation process. It must follow the due process and maintain the criteria for confidentiality of information. The Editorial Board of the journal

may conclude the process with a decision that will be reported to the author involved in the situation, and the appropriate actions will be taken.

Severities of Unethical behavior

Misdemeanor: will be treated initially directly by the author in a limited period of time to answer.

Serious offense:

Serious offenses may require some of the following actions:

- Report the offense and take the steps to prevent future errors.
- Publication of formal notice detailing the unethical behavior.
- Editorial publication detailing the unethical behavior.
- Formal letter to the author and the entity supporting the research.
- Formal retraction or remove the article, having informed the author, indexing services and readers about the reasons for the decision.
- Report the case and the result to a professional organization or higher authority for further investigation and action.

Intellectual Property

The author (s) by submitting their article to the journal, certify that the paper has not been, and will be submitted or published in any other scientific journal. By submitting the article also accepts that he will transfer the rights to the journal for the publication, who can use it in printed or electronic version.

To this end, it is available the format: Transfer of copyright, which must be sent signed by all the authors and in PDF format.

Non-profit publication

Within the editorial policies established for the journal, at any stage of the editorial process will be charges; sending articles, editing, publishing and subsequent submission of the contents are free, because the journal is a non-profit, academic publication.

History

The magazine was created in 1999 by the Vice-Rector for Research, Innovation, Creation, Extension and Social Projection, with the intention of publishing articles related to scientific and technological development.

Directrices para autores/as

FORMATO ÚNICO DE ENVÍO

Recepción de artículos

Los artículos presentados pueden ser de carácter teórico, técnico o de aplicación, deben ser producto de una investigación, una experiencia práctica de la profesión o revisión de un tema específico, relacionado con las ciencias naturales, la ingeniería, las matemáticas, las tecnologías y la educación científica, los cuales serán sometidos a un proceso de doble arbitraje ciego que evaluará la originalidad del texto, su desarrollo, la calidad de su argumentación y su relevancia. Los autores cuyos artículos sean publicados ceden los derechos a la Revista y al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y se hacen responsables de las opiniones y afirmaciones que en ellos contengan.

Envío de artículos: Los artículos deben ser enviados a través de plataforma OJS <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/about/submissions#onlineSubmissions>

Consideraciones para la preparación del artículo

El artículo enviado debe ser inédito (no sometido al mismo tiempo a ninguna otra revista). Los autores son responsables del contenido del documento. La autenticidad de la información incluyendo figuras, tablas y citas bibliográficas es responsabilidad completa del autor o de los autores.

Extensión: Los artículos tendrán una extensión máxima de 20 páginas incluyendo la bibliografía a **espacio 1,5** y letra Times Román 12 en formato Word.

Títulos: Sugerimos que los títulos no excedan de 15 palabras. Este debe incluir su traducción al inglés y al portugués.

Resumen: Debe mencionar el objetivo central del trabajo, metodología usada en la toma de datos, resultados más importantes y conclusiones. No debe exceder las 250 palabras y su correspondiente traducción al inglés y portugués.

Palabras claves: 5 a 7 palabras claves diferentes a las usadas en el título organizadas alfabéticamente, y su correspondiente traducción al inglés y portugués. Se recomienda el uso de tesauros específicos de acuerdo al tema del artículo. Ejemplos: The CAB thesaurus, base de Scielo.

Información de los autores: Todos los autores deben incluir sus nombres completos, la institución a la que pertenecen y el correo institucional. Ejemplo: Adriana Patricia Gallego Torres¹ Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá – Colombia. Contacto: adpgallegot@udistrital.edu.co

Gráficos y Tablas: Todas las ilustraciones incluyendo fotos, diagramas, mapas y gráficas, se clasifican como figuras, incluirlas dentro del texto con su respectiva fuente, deben ir debidamente numeradas y enviarlas en un archivo adjunto en formato. jpp ó .tiff con una resolución mínima de 300 dpi. Cite cada figura y tabla en el texto de acuerdo al orden de aparición.

Bibliografía: Es necesaria y se ubica al final de cada artículo. Va ordenada alfabéticamente por el apellido del autor, debe ir en normas APA recientes.

Agradecimientos al final del texto: las fuentes de financiación y/o apoyos recibidos. Enviar la hoja de vida de sintetizada (máximo 2 páginas) de los autores.

Por políticas editoriales la Revista Científica NO acepta artículos de autores que previamente han publicado durante el periodo de medición de Publindex. Ni artículos enviados en la misma convocatoria.

Lista de comprobación para la preparación de envíos

Como parte del proceso de envío, los autores/as están obligados a comprobar que su envío cumpla todos los elementos que se muestran a continuación. Se devolverán a los autores/as aquellos envíos que no cumplan estas directrices.

1. El artículo no ha sido publicado previamente, ni se ha presentado a otra revista simultáneamente.
2. El fichero enviado está en formato Open Office, Microsoft Word, RTF, o WordPerfect.
3. Se ha incluido la información completa de los autores, filiación institucional, país, correo electrónico institucional.
4. **Extensión:** Los artículos tendrán una extensión máxima de 20 páginas incluyendo la bibliografía a **espacio 1.5** y letra Times Román en formato Word. Adicionalmente deben estar incluidas todas las imágenes en el documento y en archivos por separado.
5. El texto cumple con los requisitos bibliográficos y de estilo indicados en las [Normas para autoras/es](#), que se pueden encontrar en Acerca de la revista.
6. El artículo está escrito a una sola columna e incluye el título, las palabras clave y el resumen traducido a inglés y portugués y utiliza normas APA.
7. Su artículo es de investigación o revisión y hace referencia al proyecto de investigación
8. Adjuntar cartas de [derecho autor](#) y de originalidad
9. Usted no ha publicado con nosotros en los últimos tres números.
10. **Si no cumple con alguno de los ítems su artículo será rechazado por el comité.**

Aviso de derechos de autor/a

El (los) autor(es) al enviar su artículo a la Revista Científica certifica que su manuscrito no ha

sido, ni será presentado ni publicado en ninguna otra revista científica. Al enviar el artículo acepta igualmente, que para su publicación transferirá los derechos a la revista, quien puede divulgarlo en versión impresa o electrónica.

Dentro de las políticas editoriales establecidas para la Revista Científica en ninguna etapa del proceso editorial se establecen costos, el envío de artículos, la edición, publicación y posterior descarga de los contenidos es de manera gratuita dado que la revista es una publicación académica sin ánimo de lucro.

Declaración de privacidad

La revista Científica se acoge a las disposiciones Hábeas Data en la Ley Estatutaria 1266 de 2008. Los nombres y direcciones de correo electrónico se usarán exclusivamente para los fines declarados por la revista y no estarán disponibles para ningún otro propósito u otra persona.

Author Guidelines

SUBMIT

Articles submitted for publication may be theoretical, technical and implementation nature, must be the result of research, practical experience of the profession or review of a specific topic related to the natural sciences, engineering, mathematics, technologies and science education, which will undergo a double-blind arbitration process that will assess the originality of the text, its development, the quality of its reasoning and its relevance. Authors whose articles are published grant the rights to the Journal and the Center for Research and Scientific Development at the University Francisco José de Caldas and responsible for the opinions and statements they contain are made.

Shipping Item: Items must be sent through OJS platform <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/about/submissions#onlineSubmissions>

CONSIDERATIONS FOR ARTICLE

The paper submitted must be original (not submitted simultaneously to any other journal). The authors are responsible for the content of the document. The authenticity of the information, including figures, tables and citations is complete responsibility of the author or authors. Extension: Items have a maximum length of 20 pages including references to space and 1.5 point Times Roman 12 in Word format.

Titles: We suggest that do not exceed 15 words. This should include a translation into English and Portuguese.

Abstract: You must mention the focus of the work methodology used in data collection, most important results and conclusions. Should not exceed 250 words and its translation into English and Portuguese.

Keywords: five to seven different from those used in the title keywords organized alphabetically, and its translation into English and Portuguese. The use of specific thesauri according to the subject of the article is recommended. Examples: The CAB thesaurus, base Scielo

Authors information: All authors should include their full names, the institution to which they belong and institutional mail

Graphs and Charts: All including photos, diagrams, maps and charts, illustrations are classified as figures in the text to include with their respective Fuente, must be properly numbered and sent in an attachment .jpp or .tiff format with a resolution minimum of 300 dpi. I cite each figure and table in the text according to order of appearance.

Bibliography: Required and is located at the end of each article. It is arranged alphabetically by author's last name, you must go in recent APA standards <http://www.apastyle.org/index.aspx>.

Acknowledgements must go to the end of the text and indicate the sources of funding and / or support received.

Send the resume synthesized (maximum 2 pages) of the authors.

For editorial policies Scientific journal does not accept articles from authors who have previously posted during the measurement period Publindex. Or items shipped in the same call.

Submit on line: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/index>

Submission Preparation Checklist

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

As part of the submission process, authors are required to check off their submission's compliance with all of the following items, and submissions may be returned to authors that do not adhere to these guidelines.

1. The article has not been previously published or submitted to another journal simultaneously.
2. The file is sent in Open Office, Microsoft Word, RTF, or WordPerfect format.
3. It is included all the necessary information on the authors, institutional affiliation, country, institutional email.
4. Articles should be no longer than 20 pages including references to space 1.5 and Times Roman font in Word format. Additionally, there should be included all images in the document and in individual files.
5. The text meets the style and bibliographic requirements outlined in the Author Guidelines which can be found in "About the Journal".

6. The article is written to a single column and includes the title, keywords and abstract translated into English and Portuguese and using APA standards.
7. The article is about a research or review and refers to the research project.
8. Attach letters of copyright (derecho autor) and originality.
9. Not having published with us in the last three numbers.
10. Failure to comply with any of the items your article will be rejected by the committee.

Copyright Notice

Authors Responsibilities

In case of necessary, the author should submit in the Article the relevant information (funding agencies, institutional affiliation, participants, etc.) authorizing its publication in repositories or other forms of storage.

Certification of the originality of the paper; make use of information as demanded by copyright.

In case of necessary, ensure that studies in humans or other species comply with national and international standards. To this end, provide proof of informed consent.

Declare any potential conflict of interest.

The author should report the Editorial Board on any significant error in the article to be corrected with the publication of an erratum, appendix, notice or correction.

In case of plagiarism, theft or omission of information, it is mandatory that the author retract publicly and depending on the seriousness of the offense, will be considered a removal or correction of the publication.

Privacy Statement

The Revista Científica runs under the general standards of the Habeas Data, contained in Statuary Law 1266 from 2008, for the management of information contained in the personal Databases.