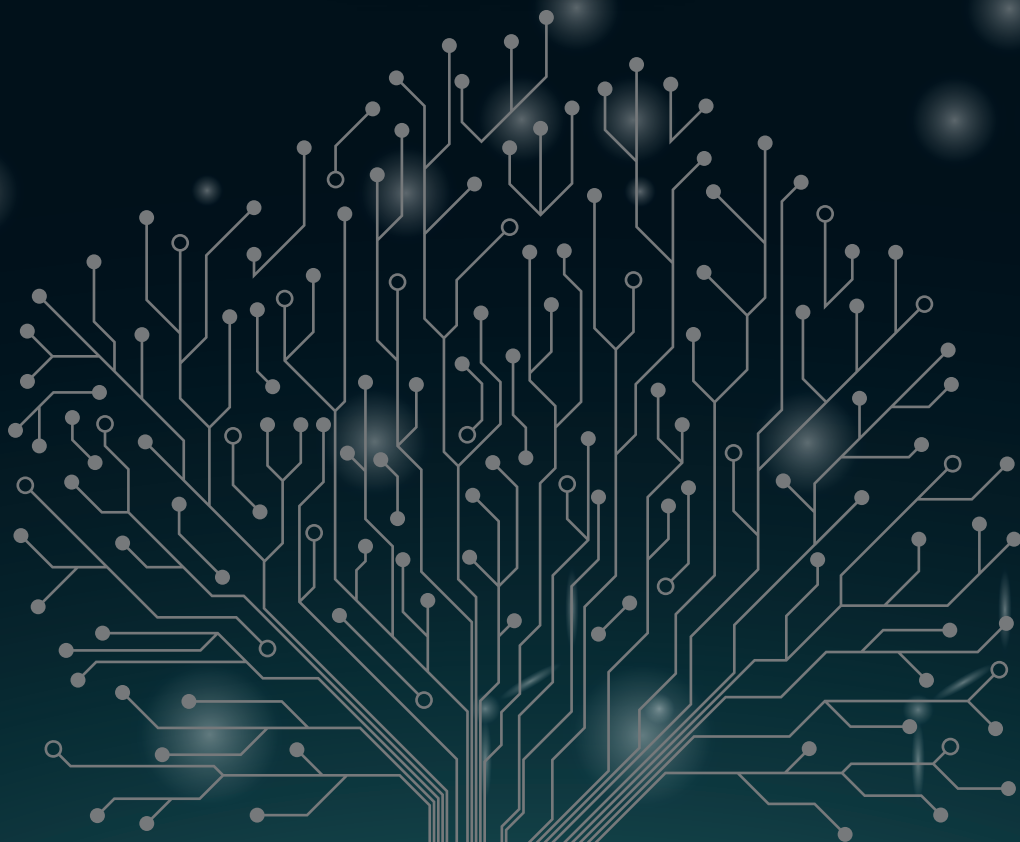


Enfoques multidisciplinares

en ingeniería, tecnología e
innovación



CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
AMERICANA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

SELLO EDITORIAL UNIVERSITARIO
U Americana

Enfoques multidisciplinares en Ingeniería, Tecnología e Innovación

Compiladores

Ph. D. Sidia Moreno Rojas

Ph. D. (C) David Alberto García Arango

Ph. D. (C) Carlos Augusto Arboleda Jaramillo

Editor

Mg. Jovany Arley Sepúlveda Aguirre

Director Editorial y de Publicaciones

Corporación Universitaria Americana

Sede Medellín

2020



CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
AMERICANA
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

UAmericana
SELLO EDITORIAL UNIVERSITARIO

620
C822

Corporación Universitaria Americana. Enfoques multidisciplinares en ingeniería, tecnología e innovación. Compiladores: Sidia Moreno Rojas, David Alberto García Arango y Carlos Augusto Arboleda Jaramillo. Medellín: Sello Editorial Universitario Americana

218 páginas 16 x 23
ISBN: 978-958-5512-89-4

1. Ingeniería 2. Tecnología 3. Innovación

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AMERICANA-CO /SPA/RDA
SCDD 22 / CUTTER - SANBORN

Sello Editorial Universitario Americana
ISBN: 978-958-5512-89-4

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AMERICANA

Presidente
Jaime Enrique Muñoz

Rectoría Nacional
Alba Lucia Corredor Gómez

Rector –Sede Medellín
Albert Corredor Gómez

Vicerrector Académico –Sede Medellín
Arturo Arenas Fernández

Vicerrector de investigación –Sede Medellín
Luis Fernando Garcés Giraldo

Director de Publicaciones –Sede Medellín
Jovany Sepúlveda Aguirre

Sello Editorial Universitario Americana
editorialmed@americana.edu.co

Corrección de Textos
Infolio S.A.S.

Diagramación y carátula:
Luisa Fernanda Rojas Arango

1ª edición agosto de 2020

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en sistema recuperable o transmitida en ninguna forma o por medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otro, sin previa autorización por escrito del Sello Editorial Universitario Americana y de los autores. Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente corresponden con los de la Corporación Universitaria Americana.

Contenido

8 Prólogo

10 Introducción

13 **Capítulo 1.** Análisis de patentes en innovación sostenible del sector constructor entre 1999 y 2019

*Camilo Patiño Vanegas, Melissa Palacio Mazo, Alejandro Valencia Arias,
León Alejandro López Barrera, Teresa Luna Ramírez*

30 **Capítulo 2.** Tendencias investigativas en el estudio de metodologías para el diseño de MOOC (Massive Open Online Course)

*Andrés Rúa-Ortiz, Alejandro Valencia Arias, Lucía Palacios Moya,
Lemy Bran-Piedrahíta, Jefferson Quiroz Fabra*

44 **Capítulo 3.** Exploración de estrategias de movilidad vehicular sostenible para instituciones de educación superior

*Hernán Uribe Bedoya, Ada Lucía Gallegos Ruiz, Alejandro Valencia Arias,
Santiago Ernesto Ramos y Yovera, Flor de María Lioo Jordán*

60 **Capítulo 4.** ¿Qué perspectivas existen en el marketing orientado en industrias culturales y creativas?

*Ana María Moná Zapata, Jackeline Valencia, Ana María Umba,
Camila Bermeo Giraldo, Alejandro Valencia Arias*

70 **Capítulo 5.** Criterios de diseño de un dispositivo electrónico que facilite la movilidad de las personas con discapacidad visual

Florián Augusto Kirby Baldi, Luz Ángela Quintana Sánchez

84 **Capítulo 6.** Bases para el diseño de una estrategia de comunicación pública y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación. Caso Panamá

Carlos Augusto Arboleda Jaramillo, Lina Maryuri Rivera Henao, Sidia Moreno Rojas, Elkin Olaguer Pérez Sánchez, Claudia Milena Arias Arciniegas, Jazmín Andrea Gallego Castaño

102 **Capítulo 7.** Tendencias tecnológicas y análisis de mercado en ecoinnovación

Melissa Palacio Mazo, Camilo Patiño Vanegas, León Alejandro López Barrera, Alejandro Valencia Arias, Juan Pablo Mejía Ordoñez

118 **Capítulo 8.** La esencia de la ingeniería del software: un aporte a la industria de software y a la academia

Carlos Puerto García, Christian Hernán Obando Ibarra

132 **Capítulo 9.** Reconocimiento biométrico remoto y apropiación TIC en la formación de formadores para el posconflicto

Efraín José Martínez Meneses, Sandra Liliana Torres Taborda

156 **Capítulo 10.** Eficiencia en la venta de secadores de grano, un análisis determinístico y estocástico en empresas colombianas

Jhony Mauricio Gutiérrez Flórez, Jaime Alejandro Ospina Betancurt, Lester Darío Portillo Jiménez, José Alejandro Maestre Quiroz

180 **Capítulo 11.** Metodologías ágiles aplicadas en el ecosistema empresarial: caso de estudio en Área Metropolitana del Valle de Aburrá

César Felipe Henao Villa, David Alberto García Arango, Federico Henao Villa, Jovany A. Sepúlveda Aguirre, Lina María Rendón López

196

Capítulo 12. ¿Cómo ha evolucionado la investigación en el campo de Model based Enterprise?: una aproximación desde el enfoque bibliométrico

*Laura Marcela Gaviria Yepes, Edwin Mauricio Hincapié Montoya,
Alejandro Valencia Arias*

208

Capítulo 13. Desarrollo de una estructura de cursos tipo MOOC (Massive Online Open Course) en el área de ciencias básicas haciendo uso de un campus virtual en el LMS, Moodle

*Alejandra María Valencia David, Andrés Felipe Sánchez Agudelo,
Marlon Hanner Henao Mejía, Alexander Torres Colorado*

Prólogo

La investigación, el desarrollo experimental y la innovación son procesos que crean en las universidades importantes capacidades que hacen posible realizar proyectos para mejorar la calidad de vida de los países. Compendios de informes científicos y técnicos, resultantes de estos procesos, ponen en manos del lector la información y los nuevos conocimientos de temáticas multidisciplinarias y específicas que impulsan aplicaciones de tecnologías, metodologías y herramientas para solucionar problemas o necesidades locales, regionales o globales tanto en el ambiente público, como en el privado.

Como investigadora y especialista en Ingeniería de Proyectos de Innovación Tecnológica y de Innovación Social, nos mantenemos participando desde hace más de cinco años en iniciativas conjuntas con redes de investigadores y docentes de universidades en Colombia y en otros países de Iberoamérica, manteniendo un vínculo virtuoso con la Corporación Universitaria Americana por lo que celebramos la decisión de esta institución universitaria que, en el año 2019, decidió abrir una convocatoria para recibir, por parte de grupos de investigadores, resultados de diferentes investigaciones científicas en el campo de la ingeniería y afines.

El presente libro constituye el compendio de los resultados obtenidos en la convocatoria, sus temáticas responden a diversas especialidades que pueden ser consideradas, algunas como complementarias y, otras, independientes o específicas de un campo estudiado. Lo interesante es que los resultados de algunos de los grupos de investigación muestran nuevos prototipos tecnológicos y aplicación de las TIC que pueden ser replicables en diferentes contextos, ya sea para la industria de la construcción, ya sea para mejorar procesos de aprendizaje, gestión universitaria, gubernamental y empresarial o para impulsar la inclusión digital y para proponer nuevas investigaciones a partir de estudio bibliométricos y de vigilancia tecnológica (revisión de patentes).

Enfoques como innovación sostenible, ecoinnovación, participación ciudadana, aprendizaje interactivo, innovación social, desarrollo social y comunitario, entre otros; marcan de manera favorable los resultados que se dan a conocer en

el presente libro a la luz de la importancia que tienen en la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en nuestros países. En resumen, la iniciativa de compendiar conocimientos afines, da lugar a nuevos interrogantes que se constituyen en la génesis de otros procesos de investigación para así mantener un semillero abonado, por lo que resulta pertinente abrir el compás para responder a preguntas como las siguientes:

1. ¿Cuáles resultados de las investigaciones pueden ser replicables en otros contextos o poblaciones para mejorar sus condiciones de vida?
2. ¿Cómo el ensamblaje de algunos de estos resultados puede ser el preámbulo de procesos o modelos sinérgico, para solucionar situaciones más complejas?
3. ¿Cómo los actores universitarios, sociales, empresariales y gubernamentales pueden impulsar la cooperación sobre la base de la aplicación y utilización de nuevos conocimientos generados en procesos de investigación, experimentación o innovación en centros universitarios nacionales o internacionales?

Sin duda alguna, las respuestas a estas preguntas marcan nuevos derroteros para las universidades colombianas y la región latinoamericana en general y seguir impulsando la investigación, la ciencia y la tecnología en beneficio de la sociedad. Agradecemos el esfuerzo que han hecho los grupos de investigadores, autores de los diferentes capítulos del presente libro, para hacer posible la entrega de este contenido de nuevos enfoques y conocimientos, al igual que a la Corporación Universitaria Americana por su publicación.

PhD. Sidia Moreno Rojas

Introducción

El propósito del presente libro es el de contribuir al desarrollo de la ciencia y la tecnología en países de América Latina desde un enfoque inclusivo y sostenible. Las investigaciones aportan elementos para la sostenibilidad, la repetitividad de la iniciativa científica, así como criterios e indicadores para la medición de resultados y futuros impactos en la aplicación de nuevas tecnologías y herramientas para mejorar procesos en la estructura gubernamental, en la sociedad y la empresa en particular.

El libro ha sido estructurado en trece capítulos, uno por cada tema de investigación abordado por diferentes grupos de investigadores provenientes de universidades nacionales e internacionales. El orden en que son presentados los capítulos responde en un primer bloque al análisis de tendencias en materia de metodologías y estrategias para la innovación, en un segundo bloque se da cuenta de avances en materia de metodologías y diseño de prototipos aplicados al ecosistema empresarial desde una perspectiva ingenieril para en un tercer y último bloque de capítulos presentar aspectos asociados al impacto de las tecnologías emergentes en diferentes sectores económicos.

Cada capítulo contiene componentes básicos: el título de la investigación, sus autores con datos referenciales, el resumen que incluye las palabras clave, metodología y marco referencial o teórico, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas. En algunos de los temas investigados se aplica de manera transversal el enfoque de la innovación social, el cual es capaz de poner de acuerdo voluntades diversas para solventar, en forma comprometida, necesidades y problemas latentes en territorios específicos. Este enfoque prioriza desde el inicio, en el diseño de soluciones a necesidades o problemáticas, la transformación social basada en el aprendizaje, la originalidad y la sostenibilidad de los resultados.

En temas de aprendizaje interactivo y digital se presentan los resultados de un estudio de vigilancia tecnológica de plataformas MOOC (Massive Online Open Course) y su aplicación en el aprendizaje de ciencias básicas haciendo uso de un campus virtual en el LMS, Moodle.

Con relación a aportes a la industria de la construcción, se presentan los resultados de un estudio de vigilancia tecnológica en un periodo de veinte años sobre ecoinnovación en edificaciones. De igual manera se presenta la descripción de un prototipo arquitectónico de una vivienda modular sostenible, para superar el déficit de vivienda en las zonas rurales, el cual puede ser replicado en otras zonas. Complementariamente, se aportan conocimientos sobre avances para ejecutar y monitorear actividades en el ciclo de vida de un producto, tal es el caso de los modelos tridimensionales digitales que sirven como soporte y fuente de información necesaria en la organización y el aporte que representan las metodologías ágiles, como el SCRUM, aplicada en el ecosistema empresarial para lograr mayor eficiencia y efectividad en los proyectos de nuevos productos.

Un tema que podría ser profundizado para impulsar procesos de innovación en nuestros países es lo relacionado con la capacidad de absorción tecnológica en las empresas, la cual se entiende como la habilidad de la empresa de reconocer, internalizar y explotar el conocimiento tecnológico externo para generar valor en forma de nuevos productos o servicios. Al respecto se presenta en uno de los capítulos, los resultados que se obtuvieron al investigar esta capacidad en el sector industrial manufacturero de Colombia.

Se espera que la presente publicación sea potenciada al máximo en el avance de desarrollos y aplicaciones tecnológicas que propugnen por mejorar cada vez más la calidad de vida de las personas y la competitividad tanto del sector empresarial como gubernamental.

PhD. Sidia Moreno Rojas

Capítulo 1

Análisis de patentes en innovación sostenible del sector constructor entre 1999 y 2019¹

*Patent analysis in sustainable innovation of the construction sector
between 1999 and 2019*

Camilo Patiño Vanegas², Melissa Palacio Mazo³, Alejandro Valencia Arias⁴,
León Alejandro López Barrera⁵, Teresa Luna Ramírez⁶

Resumen

El sector de la construcción se ha perfilado como uno de los principales dinamizadores del desarrollo económico en los países emergentes ya que juega un papel vital en la generación de empleo y, de forma indirecta, impacta diversas industrias; sin embargo, es un gran consumidor de recursos como energía, agua y materias primas y representa altos porcentajes de contaminación. A partir de esta problemática, se plantea como objetivo de esta ponencia analizar las patentes en innovación sostenible del sector constructor entre 1999 y 2019. La metodología es de corte exploratorio a partir de la indagación de producción tecnológica sobre ecoinnovación, tomando como base de análisis 792 patentes relacionadas con la temática. Entre los resultados se pudo observar cuáles son los países con mayor número de patentes, encontrando así que China es líder, pues a la fecha presenta 362 patentes, seguido por Estados Unidos con 219, siendo estos los dos países que más patentan en el mundo en temas relacionados con ecoinnovación, innovación sostenible, innovación verde y sostenibilidad. Adicionalmente, se encontró que, frente a industrias diferentes a la construcción, pero que son líderes en implementación de nuevas tecnologías, se encontró que Procter & Gamble es la organización con mayor producción

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Ecoinnovación en el sector constructor: análisis a través de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para un aporte al desarrollo sostenible* realizado entre agosto 2018 y mayo 2019.

² Ingeniero en telecomunicaciones, magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: juanpatino@itm.edu.co.

³ Administradora tecnológica. Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: melissapalacio187694@correo.itm.edu.co.

⁴ Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones, magister en Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana, sede Medellín.

⁵ Administrador tecnológico. Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: leonlopez189873@correo.itm.edu.co

⁶ Decana Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Fundación Universitaria Católica del Norte. E-mail: tlunar@ucn.edu.co.

de patentes relacionadas con sostenibilidad, pues a la fecha registra diecinueve patentes, seguida por la empresa Associação Paranaense De Cultura APC con un total de diez registros.

Palabras clave: innovación sostenible, patentes, sector de la construcción.

Introducción

El sector de la construcción es de vital importancia para el desarrollo económico y social de cualquier lugar, pues es quien se encarga de la creación de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en los que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad (Acevedo, Vásquez y Ramírez, 2012). En otras palabras, la economía depende mucho del sector de la construcción, ya que estimula otros sectores económicos del país (Yagual, López, Sánchez y Narváez, 2018), pues es indudable su papel como generador de empleo tanto directo como indirecto en otras ramas de la producción, sean industriales o de servicios, ya que en su estructura de costes incorpora múltiples productos y servicios (Fernández y Fuentes, 2007).

Cabe resaltar que, a pesar de dicha importancia del sector de la construcción, este también es uno de los principales actores en cuanto a la contaminación del planeta, pues es un gran consumidor de recursos como energía, agua y materias primas representando un 30 % de los recursos extraídos de la tierra y por otra parte un generador de desechos como gases de efecto invernadero y residuos sólidos, que también corresponde al 30 % en el mundo (EEA, 2014). Esta situación ejerce presión sobre las organizaciones del sector para que se ocupen no solo de un servicio eficaz y eficiente de construcción, sino también de una gestión eficaz de sus negocios (Price y Newson, 2003). Es por esta razón que el sector de la construcción viene haciendo esfuerzos gigantes para lograr su sostenibilidad.

El concepto sostenible surge a raíz de la necesidad de lograr en todas las actividades humanas un nuevo equilibrio con el medioambiente, la sociedad y la economía, es decir un desarrollo más sostenible. No se trata de conseguir “algo” que sea menos dañino que lo anterior, sino de conseguir equilibrar los impactos medioambientales de ese “algo” durante la totalidad de su ciclo de vida (López Zaldívar, Lozano Díez y Verdú, 2016). En este orden

de ideas, para lograr un equilibrio sostenible, es necesario que el ritmo al que se consumen los recursos sea inferior a la capacidad de los sistemas naturales para reponerlos. Así, la sostenibilidad plantea importantes retos en el sector en estudio, relacionados con las materias primas, el consumo y ahorro energético, la contaminación ambiental, la reducción de residuos, el reciclado de materiales, entre otros (Valdivieso, 2016).

Un aspecto importante para lograr la sostenibilidad del sector de la construcción es la innovación, la cual permite la creación e implementación de metodologías que permitan disminuir el impacto negativo que se ocasiona por la labor. Sin embargo, la innovación, más que un área o departamento, es una convicción y decisión que requiere el apoyo de los directivos y empleados y necesita la destinación de recursos para la ejecución de los proyectos. Además, la identificación de líderes que puedan motivar a los demás colaboradores es de gran ayuda para lograr una correcta ejecución (Mesa, 2017).

Un ejemplo de la innovación en el sector, corresponde a las diferentes metodologías enfocadas al mejoramiento de los materiales, como es el caso del análisis del ciclo de vida de un material (ACV), basado en la definición y delimitación del sistema, la cuantificación de la entrada y salida de materia y energía, que generan impacto en el medio ambiente y la evaluación de dichos impactos (Romero, 2003). Otra innovación es la utilización de residuos y subproductos industriales como materia prima alternativa en sistemas productivos, con el fin de obtener materiales amigables con el medio ambiente, lo que a su vez contribuye al tratamiento de desechos (Zaragoza, 2008). A lo largo del tiempo, la generación de patentes sobre este tema ha ido incrementando como se podrá observar en el desarrollo de este estudio. Dichas patentes juegan un papel muy importante, pues la información que está contenida en ellas se asocia con los procesos de innovación y nuevos adelantos registrados en los diferentes países (Montoya y Restrepo, 2018). Además, son un derecho exclusivo concedido sobre una invención, producto o proceso que constituye una nueva manera de hacer algo, o propone una nueva solución técnica a un problema (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2007). Esto significa que las patentes en el sector de la construcción son muestra de las innovaciones que se han venido realizando para contribuir en el mejoramiento de diferentes aspectos relacionados con la construcción.

En este orden de ideas, la patentometría o bibliometría de patentes, que consiste en la aplicación de las técnicas métricas a la información de patentes (Aguiar y Linares, 2019), es de gran importancia pues mide el grado de desarrollo tecnológico en áreas específicas del conocimiento, es decir, se convierte en un elemento fundamental para entender cómo se manifiestan el desarrollo tecnológico y las innovaciones, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo, permitiendo evaluar los crecimientos que han tenido, a través del tiempo las diferentes naciones (Montoya y Restrepo, 2018).

La evaluación estadística que se efectúa de manera constante es de vital importancia, ya que la información generada puede identificar las disparidades y brechas tecnológicas existentes, aportando a la reflexión y al análisis de las políticas en propiedad intelectual, de manera adicional, se pueden medir los esfuerzos por dinamizar la innovación y el desarrollo científico y tecnológico (Vergara, 2004). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar las patentes en innovación sostenible del sector constructor entre 1999 y 2019, lo cual se presenta en la sección de resultados y posteriormente se exponen las principales conclusiones del estudio.

Metodología

El procedimiento que se utilizó para realizar este análisis de producción tecnológica sobre ecoinnovación, es decir, las patentes actualmente registradas o concedidas se basó en aplicar la siguiente ecuación de búsqueda en la base de datos Orbit Inteligente la cual arrojó 792 patentes:

(INNOVATION AND SUSTAINABILITY AND (CONSTRUCTION OR BUILD+) AND (MATERIAL+ OR COMPONENT+))/TI/AB/DESC/ODES AND APD >= 2011-01-02

Por tanto, a partir de la información encontrada se realizó una revisión general en las que se relacionan con la ecoinnovación o innovación sostenible que pueda ser aplicada al sector constructor. También se identificaron, las cantidades de patentes por año, por país y de acuerdo con su clasificación por código IPC de acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), identificando además los principales inventores y líderes tecnológicos en el tema.

Resultados

A continuación, se presentan gráficamente los hallazgos obtenidos con sus respectivos análisis, teniendo en cuenta la información asequible de las patentes relacionadas con la ecoinnovación en el sector constructor, empezando por la cantidad de patentes identificadas por año de publicación, las cuales se muestran en la figura 1, donde se puede ver que ha venido aumentando el número de producción tecnológica a partir del comienzo del siglo XXI.

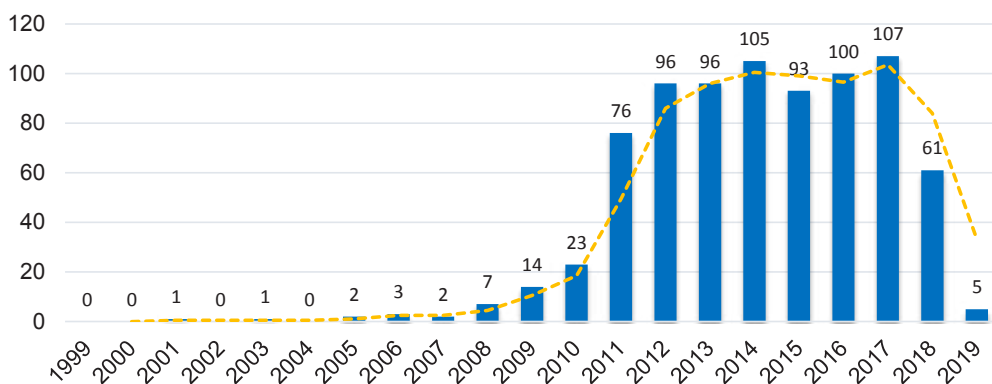


Figura 1. Cantidad de patentes por año de publicación

Fuente: Orbit, 2019.

En la Figura 1 se plasman la cantidad de patentes desde el año 1999 hasta el año 2019: en los primeros años entre 1999 y 2007 la cantidad de publicaciones eran mínimas, en ese rango de tiempo en el año 2006 fue donde más se realizaron publicaciones con un total de tres patentes. A partir del año 2008 empezó a tener un crecimiento significativo en la cantidad de publicaciones por año, el año 2017 se tuvo el máximo de publicaciones con un total de 107 patentes.

En el año 2017 se encontró una patente importante para destacar sobre el tema de ecoinnovación titulada *Nuevo método de evaluación de beneficio de utilización de energía de pueblo sin electricidad* que trata sobre un proyecto de

construcción de energía eléctrica de áreas remotas sin electricidad teniendo en cuenta estos cinco aspectos: tecnología, economía, sociedad, medio ambiente y sostenibilidad del proyecto; construyendo un sistema integral de indicadores de evaluación de beneficios para el modo de suministro de energía de las áreas remotas sin electricidad (Dongxiao, Weibo, Zongyun, Meng, Hui, Shuyu y Xinli, 2017). Con base en esta información, se puede evidenciar un gran interés por los inventores en realizar patentes sobre ecoinnovación, innovación sostenible e innovación verde.

Segmentación de las patentes encontradas por códigos IPC

La Clasificación Internacional de Patentes (IPC), constituye un sistema jerárquico de símbolos que no dependen de idioma alguno para la clasificación de las patentes y los modelos de utilidad con arreglo a los distintos sectores de la tecnología a los que pertenecen. Identificados los códigos IPC más relevantes y relacionados con la ecoinnovación en el sector constructor, se analizan otros factores respecto a la producción tecnológica, como por ejemplo los líderes tecnológicos y su cantidad de patentes como se plasma en la figura 2.

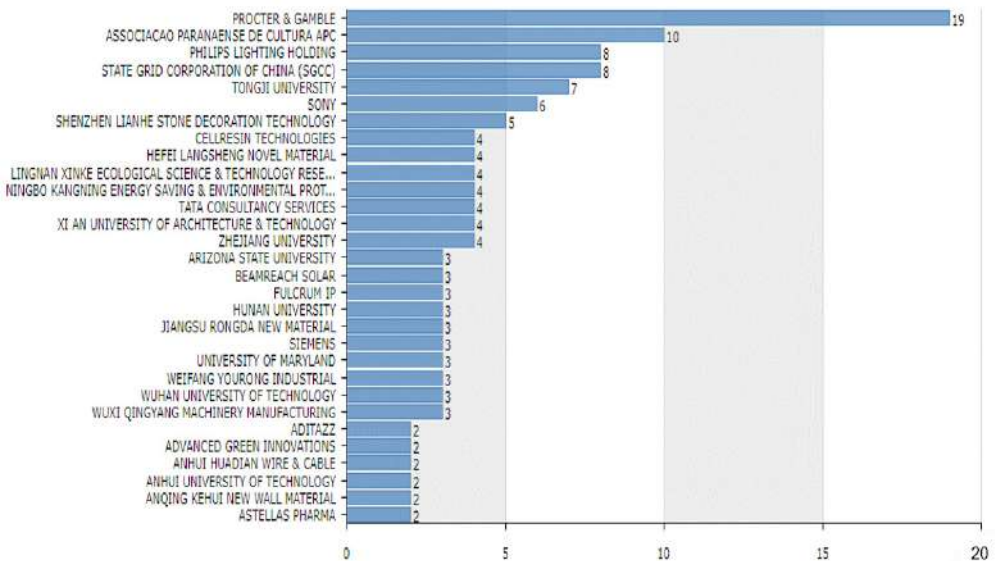


Figura 2. Patentes por líder tecnológico

Fuente: Orbit, 2019.

Se encontraron muchas empresas que han venido patentando sobre temas relacionados a la sostenibilidad. Sin embargo, en la gráfica se evidencian las empresas con mayor cantidad de patentes, sobresaliendo así Procter & Gamble (P&G) con diecinueve patentes a la fecha; la cual cuenta con un objetivo de sostenibilidad que trata de ofrecer marcas y productos que satisfagan las necesidades de las personas de la mejor manera y hacerlo conservando los recursos naturales y protegiendo el medio ambiente. La siguiente con mayor cantidad de patentes es la empresa Associação Paranaense de Cultura APC con un total de diez registros y así, se disminuye en cantidad de registros hasta llegar a varias empresas con solo dos patentes, como Astellas Pharma, Anqing Kehui New Wall Material, Anhui University of Technology, entre otras. Por otra parte, la empresa Rockwell Automation, aunque no se muestra en la figura, es una empresa estadounidense que ofrece sistemas de automatización e información industrial, en la que resalta el análisis de la patente *Buscador dinámico de sostenibilidad*, la cual se relaciona con sistemas o metodologías para facilitar búsquedas dinámicas de sostenibilidad.

Después de analizar las patentes por líder tecnológico, se identifican los principales inventores asociados a estas corporaciones que marcan la tendencia en producción tecnológica referente a la ecoinnovación, tal como se evidencia en la figura 3 de patentes por inventor principal.

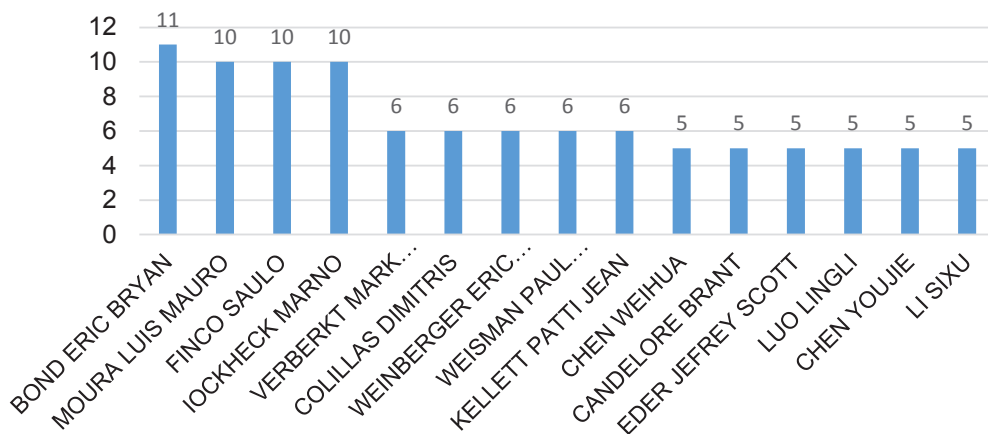


Figura 3. Patentes inventor principal

Fuente: elaboración propia basada en Orbit, 2019.

Para este análisis se ha realizado un filtro de los quince autores que más patentes poseen registradas respecto al tema o que tienen una relación con el mismo. Se evidencia que Eric Bryan Bond, un investigador asociado al High Energy Astrophysics Division de la Universidad de Harvard (SAO/NASA ADS: ADS Home Page, 1995), aparece como inventor en aproximadamente once registros, de los cuales uno consta de la creación de una banda fibrosa y permeable que se une técnicamente usando calor, lo que proporciona una óptima absorción de fluidos, que además puede ser aplicada básicamente a la gestión de fluidos en general. En este orden de ideas, se identifican invenciones que, además de aportar a la gestión de recursos, enfatizan también en la implementación de nuevos sistemas en los materiales de la construcción tal como lo hace el panel o tablero de yeso bidireccional patentado, entre otros, por Luis Mauro Moura, que proporciona un método de construcción del tablero de manera respetuosa con el medio ambiente y con baja resistencia al choque; lo que permite así mejorar tanto la eficiencia de la producción en la construcción, como también los costos asociados.

También cabe destacar las invenciones de otros autores que han aportado al desarrollo sostenible a través de la innovación ambiental, como es el caso de un sistema de gestión activa de energía en muros o pavimentos de hormigón creado por Cimentos Maceira e Pataias S. A. en Portugal, el cual hace referencia a un sistema para la gestión activa de energía en paredes o pisos de concreto, que comprende esencialmente: sistemas de calefacción impresos que se integran en partes de concreto durante el proceso de fundición del concreto, sistemas de calefacción que se imprimen en la superficie de las piezas de hormigón o recubrimientos de cemento, un sistema electrónico para monitorear y controlar el ambiente y los circuitos de calefacción, que se integra en el concreto para mantener la temperatura de confort y por último, materiales altamente reflectantes para maximizar la funcionalidad de los sistemas de calefacción. Así mismo, se muestra en la figura 4 los aplicantes líderes y la tendencia en sus publicaciones demostrando liderazgo en producción tecnológica referente a la innovación ambiental o sostenible.

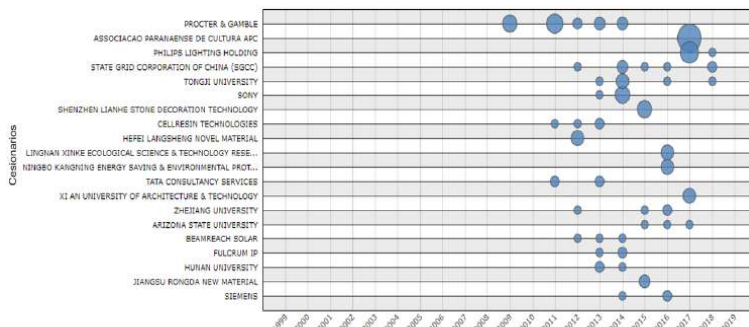


Figura 4. Tendencia de publicaciones por aplicante líder

Fuente: Orbit, 2019

La figura 4 permite identificar la cantidad de patentes registradas por cada líder tecnológico a través de los años. Por ejemplo, como se observó en la figura 2, P&G es uno de los líderes en la publicación de patentes referentes a la innovación ambiental o sostenible ya que es de los pioneros en el tema teniendo registros desde el año 2009, sin embargo, a pesar de tener un aumento en 2011 se evidencia que mantuvo una tendencia de, al menos, una publicación desde este año hasta 2014, año a partir del cual no cuentan con más registros referentes a este tema. Por otro lado, la Associação Paranaense de Cultura APC empezó a obtener registros en el año 2017 de forma exponencial al igual que la compañía Philips Lighting Holding, una de las líderes en temas de electricidad e iluminación en el mundo por lo que sostiene una estrecha relación con el sector de la construcción. Por consiguiente, y continuando con el análisis de las tendencias, en la figura 5, a continuación, se muestran las patentes realizadas por países, demostrando quiénes son líderes y quiénes van en avance respecto a la temática de investigación.

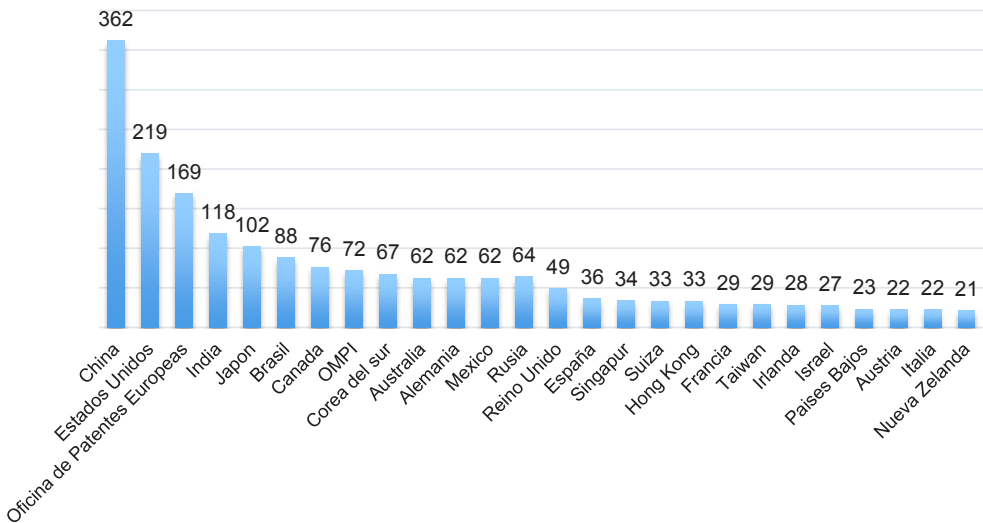


Figura 5. Patentes por país

Fuente: creación propia basada en Orbit, 2019.

De acuerdo con la figura 5, el país que más patenta en el mundo es China con un total de 362 registros hasta la fecha, seguido por Estados Unidos que tiene 219 patentes; siendo estos los dos países que más patentan en el mundo

en temas relacionados con ecoinnovación, innovación sostenible, innovación verde y sostenibilidad. Seguido a estos se encuentra la Oficina de Patentes Europeas, con 169.

Se destaca de China la patente *Método de evaluación de sostenibilidad para la construcción de techos de edificios existentes* realizada por Guangsi, Ketong y Pan (2018) de la Universidad Tecnológica del Sur de China. Dicha invención describe un método de evaluación de sostenibilidad para el enverdecimiento de techos de edificios existentes. El invento no solo puede hacer verde el techo, sino que también lo hace sostenible y respetuoso con el medio ambiente para hacer una distinción. Además, en el techo, el diseño y construcción de la ecologización es más económicamente viable. Dicho lo anterior, se encontraron veintiséis países que patentan sobre el tema, algunos con más registro que otros, pero en general se evidencia un interés a nivel mundial sobre el tema.

En la figura 6 se presenta un mapa coroplético basado en los datos de la figura 5. Puede observarse que regiones más oscuras representan una mayor producción en términos de patentes por país.



Figura 6. Mapa de Patentes por país

Fuente: Creación propia con base a Orbit, 2019.

Estado legal de las patentes

De acuerdo con la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), los datos sobre la situación legal de las patentes son un componente relevante de la información sobre estas mismas ya que a través de estos es posible determinar diferentes variables que facilitan procesos como la transferencia de tecnología. Por ejemplo, si el examen de una solicitud de patente aún está pendiente, si la misma fue retirada o rechazada, concedida y es válida o ha expirado, si ha sido revocada o, en su defecto, ha caducado, es posible saberlo gracias a dichos datos legales (OMPI, 2010). De igual manera, es fundamental que los datos sobre la situación jurídica de las patentes estén actualizados.

Dicho lo anterior y dado el caso de que una patente, por ejemplo, sea concedida, el titular de la misma tiene el derecho exclusivo de evitar o impedir que otros exploten comercialmente la invención patentada, las patentes son derechos territoriales y en general, los derechos exclusivos solo son aplicables en el país o región en el que se ha registrado y otorgado la patente, de conformidad con la legislación de ese país o región y se otorga por un período limitado, generalmente veinte años a partir de la fecha de presentación de la solicitud. Para este estudio se realizó el análisis del estado legal actual de las patentes halladas en Orbit relacionadas a la ecoinnovación o innovación sostenible con enfoque o aplicabilidad en el sector constructor identificando en la figura 7 el estado en que se encuentran las patentes: concedidas, revocadas, expiradas, caducadas o pendientes y el estado legal en la figura 8: vigentes y no vigentes.

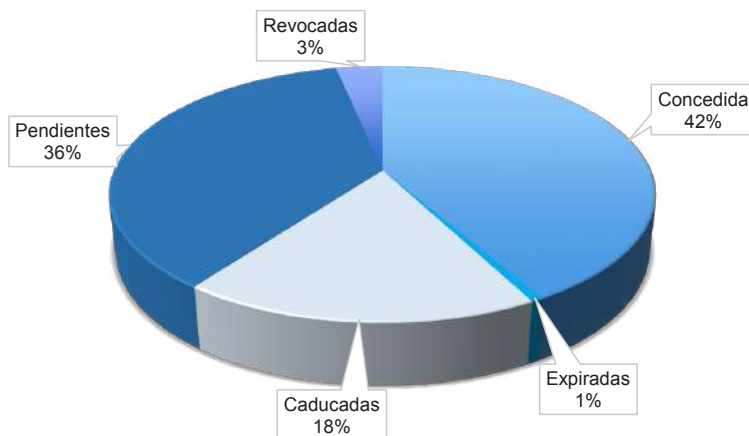


Figura 7. Estado actual de las patentes

Fuente: Creación propia con base a Orbit, 2019.

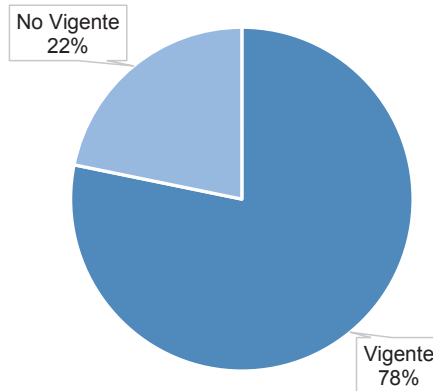


Figura 8. Estado legal actual de las patentes

Fuente: creación propia basada en Orbit, 2019.

Se evidencia en las gráficas que a la fecha el 42 % de las patentes se encuentran concedidas y hacen parte del 78 % de las que están vigentes, de las cuales podemos destacar a los inventores Haitao, Xiangwen y Xiong (2011) quienes en su patente titulada *Dispositivo de suministro de materia prima para la producción de agentes expansivos de cemento* crean un dispositivo de entrega de materia prima en lotes para producir los agentes expansivos de cemento, reduciendo así la intensidad de trabajo de los trabajadores y reduciendo la contaminación ambiental.

El 36 % de las patentes se encuentran pendientes de concesión y también hacen parte del 78 % de las vigentes, como es el caso del registro *Un sistema de aplicación para la renovación de asentamientos de tecnología de ingeniería de construcción* que trata de la invención de un sistema de aplicación para la tecnología de ingeniería de construcción en la renovación de asentamientos, con el fin de ahorrar los recursos de la tierra, reducir la dificultad y el costo de la reubicación y el reasentamiento de la demolición, reducir el costo de la construcción y además realizar de manera creativa el objetivo de la construcción de seguridad, economía, alta calidad, alta eficiencia y protección del medio ambiente (Minjian, 2018).

Se observa también que el 22 % de las patentes se encuentran no vigentes, divididas entre el 18 % caducadas, 1 % expiradas y 3 % revocadas. Con base en lo anterior, se puede concluir que el tema es de interés para los inventores debido a que el mayor porcentaje de las patentes se encuentran vigentes, concedidas o en proceso de concesión.

Análisis del entorno legal en Colombia

Luego de analizar la situación legal de las patentes a nivel mundial es muy importante realizar un análisis al entorno legal del sector constructor en cuanto a leyes, decretos, resoluciones, y todo a lo que la normatividad se refiere. La Constitución Política de Colombia, por ejemplo, declara en su artículo 79 que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Secretaría Distrital de Ambiente, 2013). En 2013, esta Secretaría estableció que la normativa ambiental para el sector constructor se compone de diversas leyes en la legislación nacional, destacando algunos artículos y decretos así:

- Constitución Política de Colombia de 1991, artículo 79: declara que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines (Capítulo 3. De los derechos colectivos y del ambiente, 1991).
- Constitución Política de Colombia de 1991, artículo 80: impone al Estado el deber de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados (Capítulo 3. De los derechos colectivos y del ambiente, 1991).
- Decreto Nacional 1469 de 2010: por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas, al reconocimiento de edificaciones, a la función pública que desempeñan los curadores urbanos, y se expiden otras disposiciones (Presidencia de la República de Colombia, 2010).
- Resolución 541 de 1994: regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación (Resolución 541, 1994).

- Acuerdo Distrital 323 de 2008: por el cual se autoriza la inclusión del estándar único de construcción sostenible en el Código de la Construcción de Bogotá y se dictan otras disposiciones (Concejo de Bogotá, 2008).

Mencionado lo anterior y con base a la información recolectada a lo largo de la investigación se entiende entonces que es vital para el sector constructor tener en cuenta esta normatividad al momento de planear algún proyecto, con el fin de lograr una construcción sostenible por medio de estrategias ambientales y la ecoinnovación con el fin de cuidar y proteger los recursos, fomentar el desarrollo sustentable y aportar al crecimiento del país y la región.

Conclusiones

Con el aumento de la preocupación por el cambio climático que se ha evidenciado durante el siglo XXI, se observa que el sector de la construcción en este periodo de tiempo también ha empezado a proponer diferentes alternativas de sostenibilidad para contribuir a dichos cambios. Así, en este estudio se analiza la cantidad de patentes relacionadas, en el cual para el 2001 se presenta la primera y a partir del 2008 se empieza a tener un crecimiento significativo en la cantidad de publicaciones por año, logrando así para el año 2017 tener el máximo de publicaciones con un total de 107 patentes.

Respecto a industrias diferentes a la construcción, pero que son líderes en implementación de nuevas tecnologías, se encontró que Procter & Gamble es la organización con mayor producción de patentes relacionadas con sostenibilidad, pues a la fecha registra diecinueve patentes, seguida por la empresa Associação Paranaense De Cultura APC con un total de diez registros.

Teniendo en cuenta las diferentes corporaciones analizadas en el indicador de patentes por líder tecnológico, se identificaron los principales inventores asociados a las patentes de dichas organizaciones y se encontró que Eric Bryan Bond, un investigador asociado al High Energy Astrophysics Division de la Universidad de Harvard, es el que presenta el mayor número de registros, con su participación en once patentes. Respecto al sector de la construcción, diferentes autores han realizado patentes en esta área, las cuales han tenido diferentes contribuciones, como es el caso de Luis Mauro Moura que crea

un tablero de yeso bidireccional que permite mejorar tanto la eficiencia de la producción en la construcción, como también los costos asociados. Además se expone la creación de Cimentos Maceira e Pataias S. A. en Portugal, que hace referencia a sistemas de calefacción en pisos o paredes de concreto.

En este estudio se pudo observar también cuáles son los países con mayor número de patentes, encontrando así que China es líder, pues a la fecha presenta 362 patentes, seguido por Estados Unidos con 219, estos son los dos países que más patentan en el mundo en temas relacionados con ecoinnovación, innovación sostenible, innovación verde y sostenibilidad.

En cuanto al estado actual de las patentes, se encontró que en los temas en estudio sobre ecoinnovación o innovación sostenible con enfoque o aplicabilidad en el sector constructor, a la fecha el 42 % de las patentes se encuentran concedidas y hacen parte del 78 % de las que están vigentes, además, 36 % de las patentes se encuentran pendientes de concesión y también hacen parte del 78 % de las vigentes. Por último, observa también que el 22 % de las patentes se encuentran no vigentes, divididas entre el 18 % caducadas, 1 % expiradas y 3 % revocadas.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, H., Vásquez, A. y Ramírez, D. (2012). Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-118.
- Aguiar-Cedeño, J. D. y Linares-Herrera, M. P. (2019). Los estudios relacionados con la producción científica: apuntes teóricos conceptuales. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 9(2), 79-98.
- Concejo de Bogotá. (2008). Acuerdo 323 de septiembre 23 por el cual se autoriza la inclusión del estándar único de construcción sostenible en el código de la Construcción de Bogotá y se dictan otras disposiciones. Registro Distrital 4072 de octubre 3 de 2008.
- Constitución Política de la República de Colombia. (1991). Gaceta Oficial de la República de Colombia n.º 116 de julio 20 de 1991.

- European Environmental Agency -EEA. (2014). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2012 and inventory report 2014. Recuperado de <https://bit.ly/2ZRdq7D>
- Fernández Fernández, M. y Fuentes Castro, D. (2007). El sector de la construcción en España: efectos económicos y prospectiva. *Boletín Económico de ICE*, (2928), 49-60.
- Haitao, R., Xiangwen, Z. y Xiong, W. (2011). Raw material delivery device for producing cement expansive agents. Recuperado de <https://bit.ly/330mzgn>.
- López Zaldívar, O., Lozano Díez, R. y Verdú, A. (2016). *Investigación sobre la construcción sostenible y su normalización*. Madrid: Fundación General de la UPM.
- Mesa, A. M. (2017). *El futuro es ahora: retos de la ingeniería y la construcción*. Medellín: Eafit.
- Ministerio del Medio Ambiente. (1994) Resolución 541 de diciembre 14 por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación. Recuperado de <https://bit.ly/2OOchY2>.
- Montoya Grajales, W. D. y Restrepo Betancur, L. F. (2018). Patentes otorgadas mundialmente, entre 1980 y 2009, en medicina, biología y farmacéutica. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (55), 73-91.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual -OMPI. (2010). Proyecto sobre la situación jurídica de las patentes. Recuperado de <https://bit.ly/3hvk7l8>
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual –OMPI. (2007). ¿Qué es la propiedad intelectual? *OMPI*, 450, 1-25.

- Presidencia de la República de Colombia. (2010). Decreto 1469 de abril 30 por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas, al reconocimiento de edificaciones, a la función pública que desempeñan los curadores urbanos, y se expiden otras disposiciones. Diario Oficial 47698 de mayo 3 de 2010.
- Price, A. D. y Newson, E. (2003). Strategic management: Consideration of paradoxes, processes, and associated concepts as applied to construction. *Journal of Management in Engineering*, 19(4), 183-192.
- Romero, B. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. Recuperado de <http://www.ije.org.mx/boletin032003/tend.pdf>.
- SAO/NASA Astrophysics Data System. (1995). ADS Home Page. Recuperado de <http://adsabs.harvard.edu/>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2013). Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción. Recuperado de <https://bit.ly/2Bo4r4o>.
- Valdivieso Fernández, R. (2016). *Sostenibilidad en el sector de la construcción. Sostenibilidad en estructuras y puentes ferroviarios* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Vergara, J. C. (2004). Uso de las patentes en la práctica de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. *Puzzle*, 3(10), 4-10.
- World Intellectual Property Organization -WIPO. (1971). International Patent Classification (IPC). Recuperado de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>
- Yagual-Velástegui, A. M., López-Franco, M. L., Sánchez-León, L. y Narváez-Cumbicos, J. G. (2018). La contribución del sector de la construcción sobre el Producto Interno Bruto PIB en Ecuador. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 286-299.
- Zaragoza, A. (2008). *Cemento hormigón*. Madrid: Ediciones Cemento.

Capítulo 2

Tendencias investigativas en el estudio de metodologías para el diseño de MOOC (Massive Open Online Course)¹

Research trends in the study of methodologies for MOOC design (Massive Open Online Course)

Andrés Rúa-Ortiz², Alejandro Valencia Arias³, Lucía Palacios Moya⁴,
Lemy Bran-Piedrahíta⁵, Jefferson Quiroz Fabra⁶

Resumen

El objetivo de esta investigación es explorar las tendencias investigativas en el estudio de metodologías para el diseño de MOOC (Massive Open Online Course). Inicialmente, se presenta la metodología que consiste en una revisión de 150 artículos encontrados a partir de una ecuación de búsqueda en la base de datos Scopus, identificando diferentes tipos de indicadores entre los que se destacan las principales revistas, el crecimiento de la producción. Entre los resultados se observa que las tendencias investigativas se orientan hacia los temas de *e-learning*, currículo, diseño y sistemas de aprendizaje.

Palabras clave: MOOC, metodología, diseño, bibliometría.

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Tendencias investigativas en el estudio de metodologías para el diseño de MOOC (Massive Open Online Course)* realizado entre septiembre de 2019 y diciembre de 2020.

² Ingeniero electrónico, candidato a magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, CDR. Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: andresrua14318@correo.itm.edu.co

³ Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones, magíster en ingeniería de sistemas. Corporación Universitaria Americana, sede Medellín. E-mail: jvalencia@americana.edu.co

⁴ Magíster en Salud Pública, coordinadora de investigaciones de la Institución Universitaria Escolme. E-mail: cies@escolme.edu.co

⁵ Magíster en Gobierno y Políticas Públicas, especialista en Gerencia. Fundación Universitaria Católica del Norte. E-mail: lbpiedrahita@ucn.edu.co.

⁶ Ingeniero químico de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. E-mail: jsquiroz@unal.edu.co

Introducción

La transformación industrial tuvo un comienzo en la apropiación de nuevas tecnologías asociadas a herramientas del conocimiento con aplicabilidades en procesos muy detallados de acuerdo con las necesidades identificadas en los entornos laborales (García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco y Sein-Echaluce, 2017) que mejora de forma continua a partir de lo ya realizado, que es impulsada por los diferentes equipos rectorales y que tiene un impacto global en el contexto universitario (y fuera de él, en este sentido, la universidad detectó una oportunidad de innovar en cada una de las técnicas que tenían las industrias en sus desarrollos (Ortiz, 2016). The University of New South Wales (UNSW), Sydney-Australia, propone un curso en ingeniería mecánica, cuenta con material didáctico en línea sobre el análisis de la ingeniería clásica, aplicación de diseños en materiales y temas que abarcan la industria actual, con temáticas muy específicas para la aplicabilidad de nuevas y mejoradas habilidades generadoras de proyectos que impacten la ciudad (Ford, Vigentini, Vulic, Chitsaz y Prusty, 2019).

En este contexto, Biswas (2019) propone un curso masivo en línea sobre el aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios, haciendo énfasis en el desarrollo de cursos en el aprendizaje de una segunda lengua, lo que permite identificar gran interés por parte de los estudiantes y se comprueba que las herramientas informáticas disponibles permiten estructurar adecuadamente programas que beneficien la academia (Sabnis, Tejaswini y Sharvani, 2019) y tengan gran impacto, es así, como se observa buenos resultados en el uso de esta metodología que logra un alto grado de innovación en públicos objetivos (Wrigley, Mosely y Tomitsch, 2018). La metodología MOOC admite estructurar características sobresalientes (Carannante, Davino y Vistocco, 2019) de cómo es la participación de los públicos objetivo en determinados ambientes (Zhao, Guo, Liu y Zheng, 2019), transformando contenidos virtuales en actividades reales asociadas a procesos laborales que se ejecutan en sus proyectos de innovación, por lo cual, un modelo de predicción en esta metodología garantiza escenarios de aprendizajes bien estructurados y con objetivos previamente desarrollados (Er, Gómez-Sánchez, Bote-Lorenzo, Asensio-Pérez y Dimitriadis, 2019).

Dado lo anterior, el objetivo de esta investigación es explorar las tendencias investigativas en el estudio de metodologías para el diseño de MOOC

(Massive Open Online Course). Inicialmente se presenta la metodología que consiste en una revisión de 150 artículos encontrados a partir de la base de datos Scopus, identificando diferentes tipos de indicadores entre los que se destacan las principales revistas, el crecimiento de la producción, los autores más importantes, los países con mayor producción, entre otros.

Metodología

El presente análisis bibliométrico se centró en las tendencias investigativas sobre las metodologías asociadas al diseño de los Massive Open Online Courses, conocidos como MOOC. Para este análisis se obtuvo información de fuentes académicas como revistas indexadas en bases de datos como Scopus, en las que se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda:

(TITLE (moocs OR “Massive Open Online Course”) AND TITLE (methodology OR procedure OR method OR technique OR design)).

Para este estudio, se presentarán los resultados de la ecuación de búsqueda respecto a la temática en MOOC con los indicadores más notables en investigación en todo el mundo a partir de 150 artículos, además, observar el análisis de algunos indicadores que nos pueden dar idea de las tendencias que se tiene en esta área del conocimiento.

Resultados

Indicadores de cantidad

Para empezar con estos indicadores, se presenta la figura 9, que muestra la distribución de la producción literaria al pasar del tiempo. Se puede observar un aumento en la producción académica de esta temática que desde 2013 ha presentado un importante incremento y que para el 2018 tiene su pico más alto con más de 35 publicaciones relacionadas. Esto señala que es un tema de discusión actual que se tiende al alza.

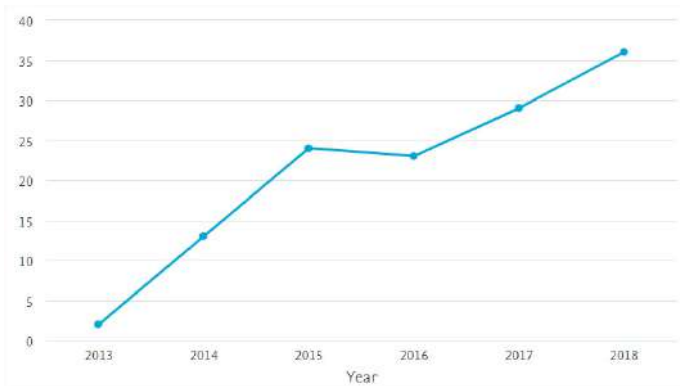


Figura 9. Cantidad de publicaciones por año

Fuente: Scopus, 2019.

El análisis continúa con las revistas con mayor cantidad de publicaciones relacionada con el tema de interés, por lo que se tiene el resumen de las diez revistas con mayor participación en la figura 10. Liderando esta lista se encuentran dos revistas que cuentan con alrededor de diez publicaciones cada una, *CEUR Workshop Proceedings* y *Lecture Notes in Computer Science*, ambas son publicaciones centradas en las ciencias de la computación. La primera de base estadounidense y la segunda de base alemana. Siguiendo en la lista, se encuentran las revistas *User-Centered Design Strategies for Massive Open Online Courses (MOOCs)* y *ACM International Conference Proceedings Series* con seis publicaciones cada una; la primera enfocada exclusivamente en el tema y la segunda que hace parte de las publicaciones afiliadas a la Asociación de Maquinaria Computacional, ACM. En general, las revistas que siguen en lista están asociadas a los temas de ciencias computacionales, tecnología y enseñanza.

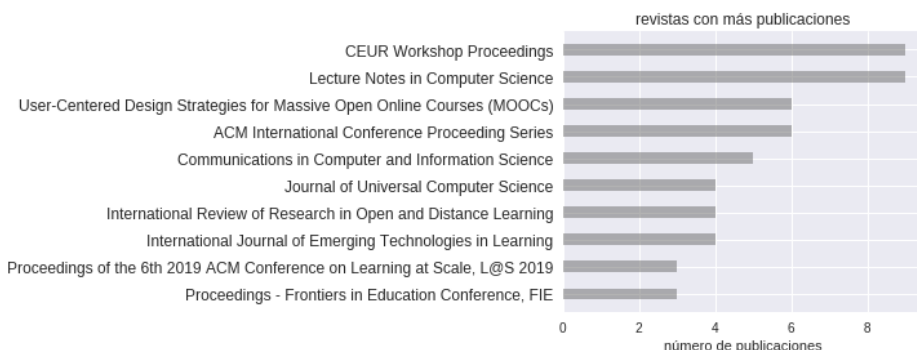


Figura 10. Top 10 de revistas con mayor número de publicaciones

Fuente: elaboración propia.

La distribución de las publicaciones entre el número de revistas que se obtuvo arroja que el 23,7 % de las revistas consultadas publican el 50 % de la producción académica lo cual es el índice de productividad que se tiene. Por otro lado, se tiene que el índice de transitoriedad es 77,7 % por lo que se tiene que el 79,4 % de las revistas han publicado un único trabajo. En la figura 11 se puede apreciar la ley de potencias aplicada sobre la productividad de las revistas, que se obtiene al aplicar el logaritmo natural sobre los valores de los ejes de la figura 10. Analizando el R^2 , que es el cuadrado del coeficiente de regresión de ajuste, el cual es de 0,764, por lo que se puede inferir que el grupo de revistas tiene una productividad media, basados en que si el ajuste es cercano a 1 se tiene el mejor resultado.

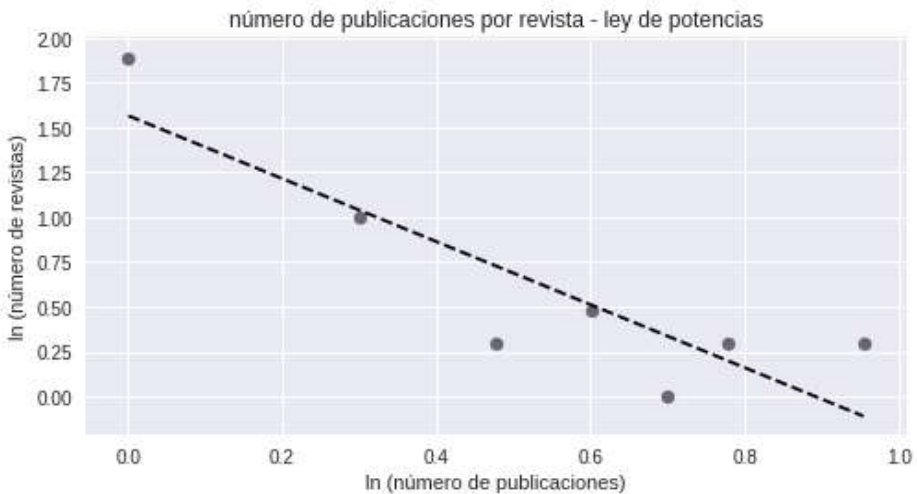


Figura 11. Ley de potencias de revistas

Fuente: elaboración propia

Siguiendo con este análisis, se tiene el indicador sobre la producción por países, el cual se refleja en la figura 12 donde se encuentran los diez países con mayor producción asociada con el tema de interés. China es el país que lidera la lista entre los que más registran producción académica en el tema con más de veinticinco publicaciones asociadas, seguido de España con más de veinte y los Estados Unidos con diez publicaciones. Los demás países en lista como el Reino Unido, Australia y la India cuentan con menos de diez publicaciones cada uno. Cabe resaltar que en países latinoamericanos se tiene una producción considerable como es el caso de México y Ecuador.



Figura 12. Top 10 de países con mayor número de publicaciones

Fuente: elaboración propia.

La distribución de estas publicaciones entre los diferentes países que investigan en el tema permite conocer que el 50 % de la producción académica se centra en el 14,3 % de los países, por lo que su índice de producción es de 6,6. El índice de transitoriedad es de 18,2 lo que quiere decir que el 42,9 de los países han publicado un único trabajo. En la figura 13 se puede observar sobre el mapa esta distribución entre los países, los colores oscuros hacen relación a los países con mayor producción mientras los colores claros indican los que tiene una menor producción académica.

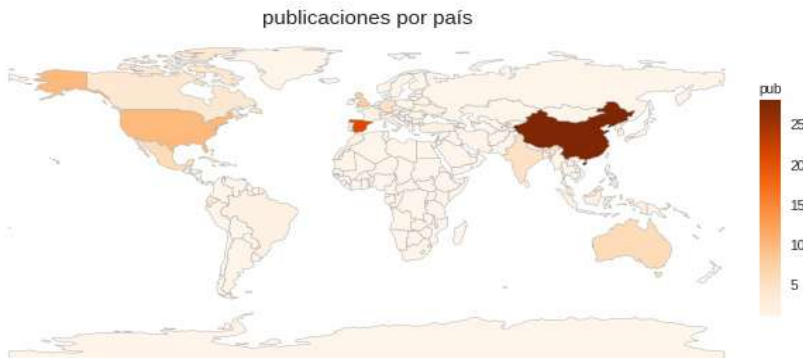


Figura 13. Mapa de distribución de países con mayor producción académica

Fuente: elaboración propia.

El análisis de esta distribución se hace con la ley de potencias, donde el cuadrado del coeficiente de regresión de ajuste de los datos de la figura 14 es de 0,658, por lo que se tiene una producción media entre el grupo de países que investigan en el tema.

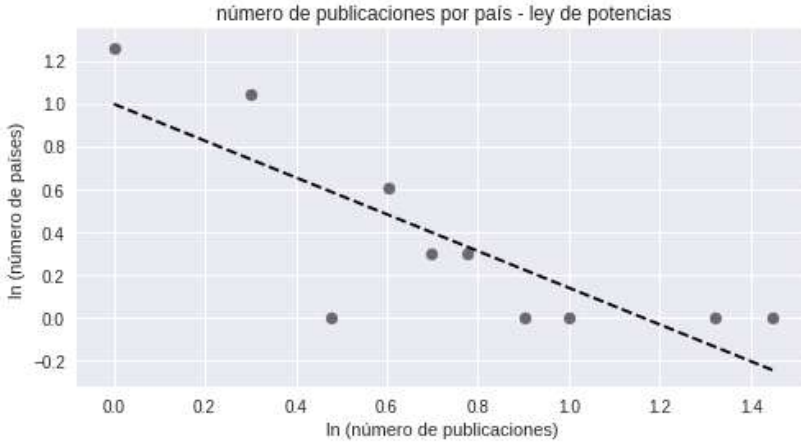


Figura 14. Ley de potencias por país

Fuente: elaboración propia

En la figura 15 se observa el indicador sobre el tipo de publicación, donde se tiene una división bastante marcada pues el 60,3 % de las publicaciones realizadas se tratan de artículos, lo que nos puede decir la relevancia que tiene el tema en la producción científica en el mismo a través del desarrollo de documentos tipo artículo publicados en revistas especializadas. Por otro lado, se tiene una participación del 39,7 % en la categoría *otros*, donde entran los *papers* y notas de las conferencias donde se hace difusión de avances en los temas de interés, informes, resúmenes, capítulos de libros, entre otras.



Figura 15. Relación porcentual por tipo de publicación

Fuente: elaboración propia

Los indicadores de cantidad terminan con los asociados la producción académica asociada a los autores que tiene mayor participación, por lo que se tiene a los diez principales autores listados en la figura 16. Con seis publicaciones asociadas, el autor C. Alario-Hoyos es quien mayor cantidad de publicaciones ha desarrollado en la temática, seguido con cuatro publicaciones cada uno, se tiene a tres autores: M. Pérez-Sanagustin, Y. Chen, y R. Mendoza-González. El resto de los autores listados tienen tres publicaciones cada uno.

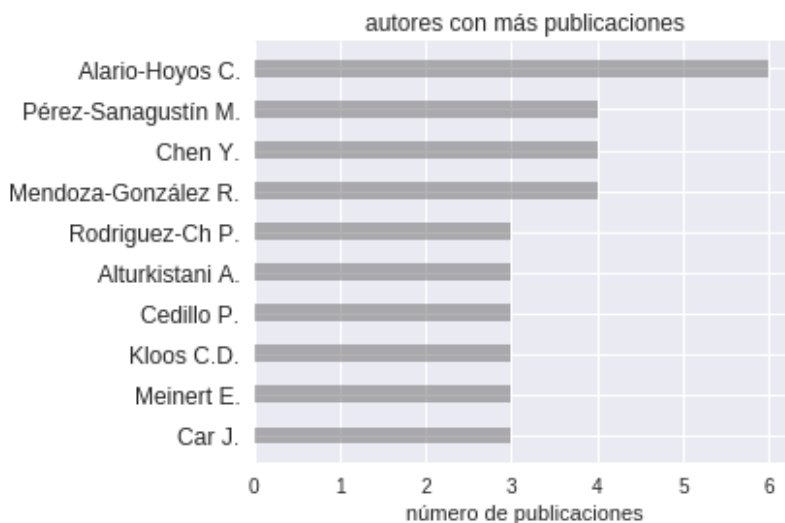


Figura 16. Cantidad de publicaciones por autor

Fuente: elaboración propia

La distribución que se tiene entonces respecto a los autores es que el 42,6 % de los autores publica el 50 % de la producción académica, por lo que se tiene una participación amplia de los autores, esto también se puede ver en el índice de transitoriedad en el que se ve que el 89,3 % de los autores han publicado un único trabajo. Ahora bien, se tiene un buen ajuste evidenciado con un coeficiente de regresión de ajuste de 0,998 como se ve en la figura 17, donde se tiene la ley de potencias, por lo que se puede ver que entre el grupo de autores se tiene un productiva alta.

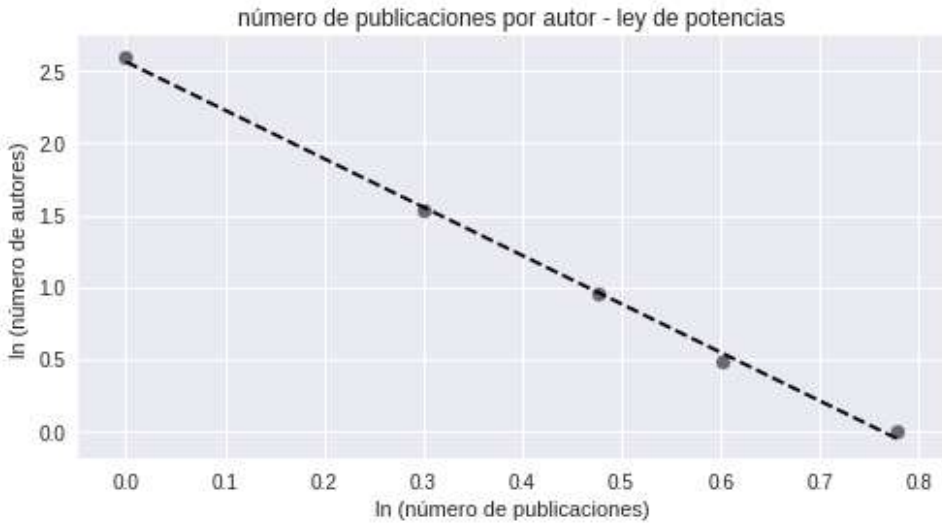


Figura 17. Ley de potencias en autores

Fuente: elaboración propia

Indicadores de calidad

El análisis ahora continúa con los indicadores de calidad que miden el impacto de las publicaciones a través de las citas que se hacen y se asocian según cada indicador. Para empezar, se tiene el indicador de impacto por revista en el que se hace referencia a las diez revistas que cuentan con la mayor cantidad de citas asociadas, como se muestra en la figura 18. La revista *Information and Management*, es una publicación que se centra en la investigación de sistemas de información y su aplicación en campos como la administración, esta revista cuenta con 3.684 citas por lo que encabeza la lista. En segundo lugar, con 1.924 citas, se encuentra la revista *MIS Quarterly: Management Information Systems* que es una revista que cubre la investigación en sistemas de información de gestión y tecnología de la información. *Management Science*, *Information Systems Journal* siguen en la lista con 1.297 y 1.179 respectivamente, así como el resto de las revistas listadas que cuentan con menos de 1.000 citas.

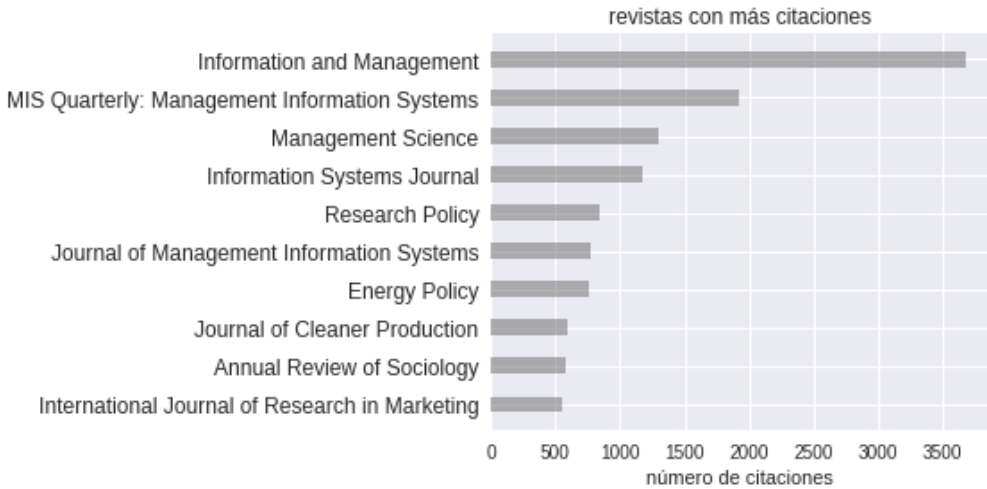


Figura 18. Impacto por revista

Fuente: elaboración propia

La distribución que se tiene sobre las citaciones en las revistas consultadas indica que solo el 2,3 % de las revistas cuentan con 50 % de las citaciones en el campo de interés, por lo que el índice de transitoriedad de 235 muestra que 28 % de las revistas no tienen ninguna citación. Esto concentra entonces el impacto en unas cuantas revistas que cuenta con la mayor parte de las citaciones, siendo así referentes en el tema en cuestión. El impacto en relación con los autores se puede ver en la figura 19 donde se listan los autores con mayor cantidad de citaciones en sus trabajos y estudios investigativos en el tema de interés. Encabezando la lista se encuentra el autor Q. Hu que cuenta con aproximadamente 1.750 citaciones. En la lista continúan tres autores que con un poco más de 1.500 citaciones cada uno, ocupan el segundo lugar, los cuales son N. Saraf, H. Liang, y Y. Xue. Los demás autores en lista cuentan con menos de 1.250 citaciones, aunque cabe resaltar que en décimo lugar el autor L. Chen cuenta con 1.000 citaciones, lo cual es una cifra de gran relevancia para producción literaria en este tema.



Figura 19. Autores con mayor número de citaciones

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en el impacto de las revistas, un reducido porcentaje de los autores encabeza la mayor participación y citaciones en el campo estudiado, por lo que solo el 7,1 % de ellos cuenta con el 50 % de las citaciones en el tema de interés. Según el índice de transitoriedad, el 23,8% de los autores al menos cuenta con una citación en el campo.

Otro indicador de calidad se refleja en el número de citaciones que se tiene por país, como se observa en la figura 20. Se pueden observar los diez países con mayor cantidad de citaciones relacionadas. Así, Arabia Saudita encabeza la lista con treinta y cinco citaciones por publicación, seguida de Alemania que cuenta con un poco más de quince y Canadá con un poco más de diez citaciones. Mientras tanto, se tiene a países como Estados Unidos y el Reino Unido que continúan con menos de diez citaciones cada uno.

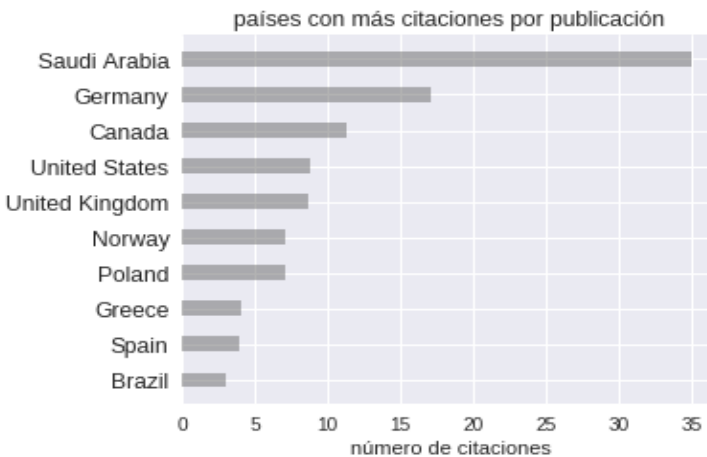


Figura 20. Países con mayor número de citaciones por publicación

Fuente: elaboración propia

En el mapa de la figura 21, se encuentran los resultados de los países con mayor número de citas asociadas, los colores oscuros señalan a los países que mayor producción literaria tienen, mientras los colores claros indican los que tiene niveles bajos.



Figura 21. Mapa de países con mayor número de citas

Para terminar el análisis sobre los indicadores de calidad, se tiene el que se hace respecto a las palabras clave, con los cuales se desarrollan las tendencias en este tema de interés. Por lo que se pueden observar en la figura 22 los temas con mayor relevancia asociados al objeto de estudio seleccionado. Temáticas con relación al *e-learning*, el currículo, la enseñanza, diseño y sistemas de aprendizaje, son los más populares y por ende, marcan las tendencias en investigación en el campo.

0	e-learning	45	8	learning designs	9
1	curricula	39	9	distance education	8
2	teaching	38	10	learning analytics	7
3	design	18	11	social networking (online)	6
4	learning systems	13	12	data mining	6
5	computer aided instruction	10	13	learning behavior	5
6	engineering education	10	14	engineering research	5
7	big data	9			

Figura 22. Temas y tendencias

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

A partir de la investigación, se puede concluir que los MOOC han despertado mucho interés y discusión tras su aparición, sin embargo, la popularidad que llegaron a tener en el año 2012 ha venido disminuyendo. A la fecha se tienen diversas opiniones, resaltando las problemáticas que se detectan en la calidad de los estudiantes, la deserción temprana en los estudiantes, la disponibilidad en las tecnologías, el poco interés de los instructores y los desafíos que enfrentan los estudiantes en aspectos culturales, innovadores y la tecnológicos.

Actualmente, las universidades cuentan con amplios catálogos de cursos en línea que se ofrecen para mejorar habilidades en ciertas áreas del conocimiento. Los MOOC se pueden implementar para mejorar significativamente estos programas. La investigación apunta a que las personas prefieren los MOOC debido al fácil acceso y a la comodidad de trabajar en línea, logrando mantener un perfil adecuado para sentirse potencialmente interesados por la oferta y la demanda que ofrecen este tipo de tecnologías.

Referencias bibliográficas

- Biswas, S., Law, N., Hemberg, E. y O'Reilly, U.-M. (2019). Investigating Learning Design Categorization and Learning Behaviour in Computational MOOCs. *L@S'19: Proceedings of the Sixth. ACM Conference on Learning @ Scale*. Conferencia llevada a cabo en Chicago, Estados Unidos.
- Carannante, M., Davino, C. y Vistocco, D. (2019). Learning and engagement assessment in MOOCs using multivariate methods and models? *CEUR Workshop Proceedings, 2356, 27-32*.
- Er, E., Gómez-Sánchez, E., Bote-Lorenzo, M. L., Asensio-Pérez, J. I. y Dimitriadis, Y. (2019). Informing the Design of Collaborative Activities in MOOCs using Actionable Predictions. *L@S'19: Proceedings of the Sixth. ACM Conference on Learning @ Scale*. Conferencia llevada a cabo en Chicago, Estados Unidos.

- Ford, R., Vigentini, L., Vulic, J., Chitsaz, M. y Prusty, B. G. (2019). A Massive Open Online Course (MOOC) on engineering mechanics: data analytics informing learning design and improvement. *Australian Journal of Mechanical Engineering*. doi: <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1596049>
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á. y Sein-Echaluze, M. (2017). Los MOOC: un análisis desde una perspectiva de la innovación institucional universitaria. *La Cuestión Universitaria*, 9(9), 117-135. Recuperado de <https://bit.ly/32M62w7>
- Ortiz, E. (2016). ¿Qué son los MOOC? Recuperado de <https://bit.ly/39tHoSn>
- Sabnis, V., Tejaswini, P. D. y Sharvani, G. S. (2019). Course Recommendations In Moocs : Techniques And Evaluation. *3rd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions*. Conferencia llevaba a cabo en Bangalore, India.
- Wrigley, C., Mosely, G. y Tomitsch, M. (2018). Design Thinking Education: A Comparison of Massive Open Online Courses. *She Ji*, 4(3), 275-292. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2018.06.002>
- Zhao, Y., Guo, L., Liu, H. y Zheng, W. (2019). Design of programming experiment course platform based on MOOCs. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(10), 208-216. doi: <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i10.10330>

Capítulo 3

Exploración de estrategias de movilidad vehicular sostenible para instituciones de educación superior¹

Exploration of sustainable vehicular mobility strategies for higher education institutions

Hernán Uribe Bedoya², Ada Lucía Gallegos Ruiz³, Alejandro Valencia Arias⁴,
Santiago Ernesto Ramos y Yovera⁵, Flor de María Lioo Jordán⁶

Resumen

Las formas de movilidad representan una dinámica de gran interés en las grandes ciudades ya que se deben buscar estrategias que favorezcan a las comunidades a través de mejores ofertas de transporte, reducción de tiempos de desplazamiento y reducción de la contaminación. El propósito de esta investigación ha sido explorar estrategias de movilidad vehicular sostenible para instituciones de educación superior. Para esto se contextualiza inicialmente el problema de movilidad vehicular a ese nivel, para luego puntualizarlo en el contexto colombiano. Posteriormente, se menciona el contexto legal de la aplicación de estrategias de movilidad sostenible y finalmente se plantean estrategias puntuales aplicables a instituciones de educación superior. Entre los hallazgos se observa que las instituciones de educación superior tienen un compromiso como desarrolladoras de nuevos modelos y estrategias que favorezcan la movilidad sostenible desde sus campus universitarios pero que puedan servir de ejemplo para otras entidades públicas y privadas para tomar acciones similares.

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Modelo de gestión para la movilidad vehicular sostenible* adscrito al Instituto Tecnológico Metropolitano.

² Magíster en Desarrollo Sostenible del Instituto Tecnológico Metropolitano, administrador de empresas. Docente del Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: hernanuribe@itm.edu.co

³ Doctora en Gobierno y Políticas Públicas, directora ejecutiva de la Asociación de Universidades Peruanas. Profesora de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. E-mail: agallegosr@unmsm.edu.pe

⁴ Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia, magíster en ingeniería de sistemas. Corporación Universitaria Americana, sede Medellín. E-mail: jvalencia@americana.edu.co

⁵ Docente asociado a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (Perú), magíster en Negocios Internacionales. E-mail: sramos@unjfsc.edu.pe.

⁶ Vicerrectora académica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (Perú), magíster en Investigación y Docencia Universitaria. E-mail: flioo@unjfsc.edu.pe.

Palabras clave: movilidad, sostenibilidad, universidades.

Introducción

El desarrollo actual de la sociedad no se puede contemplar sin la evolución de la movilidad, gracias a ella en sus diferentes modalidades, las ciudades se transforman y se hace más incluyentes, supliendo las necesidades de sus habitantes; es por esta razón que la movilidad debe apuntar a buscar la integralidad a través de la implementación de alternativas de transportes multimodal, realizando inversiones significativas que garanticen un modelo de movilidad urbana adecuada para las exigencias sociales; en este mismo sentido Lizárraga (2006), afirma que “en las economías modernas resulta imprescindible un sistema de transporte adecuado que posibilite la movilidad poblacional y la consecuente accesibilidad a los servicios”, por tanto es importante que las ciudades presenten una oferta de transporte adecuada para que sus habitantes puedan acceder al servicio de educación de una forma más fácil. En relación con la multiplicidad de opciones en transporte que una ciudad debería proporcionar a sus habitantes a través de a las políticas creadas por sus gobernantes o los planeadores de ciudad, los nuevos conceptos de movilidad urbana que suponen el mayor aprovechamiento de todas las formas de transporte, contemplando la aplicación de la “comodalidad” entre las diferentes soluciones públicas y privadas (Comisión de las Comunidades Europeas, 2007).

Asimismo, las políticas de movilidad deberán contemplar la inversión en infraestructura vial en las ciudades, ya que esta determina el modelo urbano, es entonces cuando los gobiernos locales y nacionales deberán realizar una inversión mayor tratando de mejorar la infraestructura actual e implementando alternativas de movilidad sostenibles desde lo ambiental, social y económico (Organización de Naciones Unidas, 2009). Es por esto que ante el inminente crecimiento poblacional estas inversiones deberán crecer, se dice que para el 2050, se triplicarán o cuadruplicarán los kilómetros recorridos en viajes por los habitantes de las ciudades respecto al 2000, pero con una salvedad: esto se dará si se realizan las inversiones necesarias en infraestructura vial. Lo anterior traerá consigo mayores consecuencias de las que se vive ahora, y más si se considera que por variables económicas el uso del vehículo privado va en aumento (Lizárraga, 2006). Para ello se debe desestimular el

uso del transporte privado como alternativa de movilidad, y pasar al uso de alternativas como la marcha a pie, la bicicleta, el transporte colectivo o el uso de motocicletas y ciclomotores, priorizando aquellas alternativas con el mínimo o cero contaminaciones (Comisión de las Comunidades Europeas, 2007). Esta disminución del uso del transporte privado debe verse reflejada en los campus de las universidades, pero sin desconocer que desplazarse hacia las universidades constituye una necesidad de las poblaciones de encontrar un mejor bienestar a través de la educación, en el caso de los estudiantes; para otros tantos representa una opción laboral y para otros este desplazamiento lo realizan con fines comerciales, es así como las universidades constituyen espacios urbanos donde muchas personas confluyen (Franco, 2014). En este sentido podemos hablar de inclusión en la universidad, no por el hecho de poder utilizar o no el vehículo privado, sino, por que la implantación de un sistema movilidad en condiciones adecuadas, permite un mayor acceso al sistema educativo disminuyendo los costos de la educación (Miller, 2001).

Dada esta problemática, el propósito de esta investigación ha sido explorar estrategias de movilidad vehicular sostenible para instituciones de educación superior. Para esto se contextualiza inicialmente el problema de movilidad vehicular a nivel vehicular, para luego puntualizarlo en el contexto colombiano. Posteriormente, se menciona el contexto legal de la aplicación de estrategias de movilidad sostenible y finalmente se plantean estrategias puntuales aplicables a instituciones de educación superior.

Desarrollo

La movilidad vehicular en las ciudades de Colombia y en general en el mundo es un tema que en los últimos años ha cobrado relevancia, debido a la estrecha relación que tiene con el desarrollo sostenible y a los múltiples factores que están involucrados, factores tales como la contaminación y los efectos en la salud de los habitantes, tiempo de viaje, infraestructura vial, inversión pública, accidentalidad, cuellos de botella en la cadena logística, entre otros; lo que se convierte en un desafío para los territorios y sus gobernantes, debido a que cada vez hay más cantidad de personas con mayor número de necesidades por suplir y la disponibilidad de recursos es limitada. Es así como la gobernanza recobra importancia en la gestión de los territorios, ya que promueve la generación de propuestas integrales que permitan una mejor planeación a través de políticas públicas (Comisión de

las Comunidades Europeas, 2007).

En Europa, los sistemas de movilidad sostenible en los campus universitarios se trabajan desde hace varios años. En el 2008 se creó un programa denominado *Students Today, Citizens Tomorrow*, el cual pretendía, entre otras cosas, estudiar los modos de movilización de los estudiantes en las universidades, el cual entre sus principios contempla uno que se destaca de las demás iniciativas, y es la orientación para permear la mentalidad de los estudiantes, en cuanto que interioricen los conceptos de movilidad sostenible, ya que ellos formarán parte importante de la sociedad. En general, los modelos de movilidad de los campus en Europa buscan los mismos beneficios y utilizan las mismas estrategias que las universidades en Estados Unidos. Universidades como la de Milán (Italia), la Universidad Politécnica de Cataluña (España), la Universidad Técnica de Graz (Australia), la Universidad de Tecnología de Krakow (Polonia), la Universidad de Durham (Inglaterra), entre muchas otras, plantean estrategias como la promoción del uso de la bicicleta a través de distintos programas, al igual que la reducción y administración de los estacionamientos, el uso del *Carpool* y más. Todo esto apuntando a la reducción de los agentes contaminantes producidos por los motores de combustión, la disminución de la congestión dentro y en los alrededores de los campus, entre otras beneficios de los modelos de movilidad sostenible (Franco Cordero, 2014).

Ahora bien, la problemática de la movilidad siembre ha tenido distintas visiones que nacen, por ejemplo, de la capacidad de cada individuo de movilizarse y como referente de esto encontramos cifras de las universidades en Estados Unidos que dan muestra del uso de los diferentes medios de transporte y de lo relegado que ha quedado aquellos medios que se denominan sostenibles, por ejemplo en la universidad de Texas (El Paso) para el año 2007-2008, para una población universitaria de 22.822 personas, el 79,9 % usaban vehículo privado para ir a la universidad, solo el 9,1 % usa la vehículo compartido (*Carpool* o *Vanpool*), y aún más diciente el 3,6 % llega en transporte público y el 1 % en bicicleta (Aldrete-Sanchez, Shelton, Ruey y Cheu, 2009). Lo anterior demuestra la gran dependencia del transporte vehicular individual en las comunidades universitarias, y lo representativo que resulta en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) para el medio ambiente de las ciudades, además de otros efectos que produce el uso de un medio de transporte como el vehículo particular, la congestión vehicular dentro y fuera de los campus universitarios.

Una de las estrategias propuestas para que las personas de la comunidad académica puedan adoptar los sistemas de movilidad sostenible, y más específicamente el sistema de transporte público, es realizar las mejoras adecuadas a dicho sistema, mejoras las condiciones de las vías y paraderos, además de aumentar la frecuencia de las rutas y extenderlo a todos los horarios de los campus universitarios (Franco Cordero, 2014). Así mismo, Aldrete-Sánchez *et al.* (2009) presentan varias categorías en las cuales exponen diversas prácticas de movilidad aplicadas en varias universidades. Manifiestan que la planificación colaborativa, hace referencia a la integración de diversos actores al sistema de movilidad, por su parte la seguridad de peatones y ciclistas, los presentan en las universidades de Estados Unidos como uno de los factores más importantes para el éxito del sistema, en esta categoría se da claridad acerca de las mejoras que se deben realizar en infraestructura, incentivos y seguridad, en los incentivos hay que destacar la creación de una cantidad de condiciones favorables para el uso de las bicicletas, como lo es los parqueaderos gratuitos y cubiertos, la implementación de duchas, programas de casilleros y de bicicletas públicas gratuitas, entre otros.

Otros factores que exponen los autores, es el de transporte público, estacionamiento, tránsito de vehículos motorizados y la planificación a largo plazo (Franco Cordero, 2014). También existe otro aspecto a destacar, es el uso del Sistema de Transporte Inteligente (ITS), el cual comprende una plataforma tecnológica, que mediante una aplicación proporciona en tiempo real datos importantes para el usuario, como lo es la localización del vehículo y tiempo de llegada. Todos estos modos, estrategias y modelos de transporte deberán concebirse como parte integral del actuar de las empresas e instituciones, es entonces donde la gestión organizacional desde los diferentes modelos debe de propiciar que las alternativas de transporte de las organizaciones estén orientadas a la sostenibilidad de los territorios donde estén asentadas. Los modelos de gestión, desde su concepción pretenden ser un marco de referencia para la consecución de los objetivos planteados por la administración, por tanto al contemplar dentro de ellos las estrategias de movilidad, este debe convertirse en la guía para que las organizaciones alcancen los objetivos propuestos en materia de sostenibilidad (Trujillo, 2015).

Es así como para la ciudad de Medellín estos modelos deben incorporar la gestión de la movilidad permitiendo que la organización se oriente para aportar a las metas de reducción de la contaminación, ya que los niveles de

contaminación en los últimos años en la ciudad han sido preocupantes y han causado diferentes episodios de alertas. Es por esta razón que resulta indispensable que las empresas e instituciones de la ciudad se sumen a los esfuerzos que realiza la alcaldía para minimizar los impactos ambientales a causa de los contaminantes producidos por las fuentes móviles. De esta manera es como los sistemas o modelos de movilidad sostenibles deben de ser un común denominador en los territorios, ayudando a que las ciudades cada vez más sean ambientalmente sostenibles. Por tanto, la movilidad sostenible es aquella que “minimiza las necesidades de desplazamiento de personas y mercancías a los límites físicos y ambientales del territorio, a la vez que privilegia el uso de los modos de transporte más eficientes (sostenibilidad), facilita el acceso a toda la ciudadanía a un precio asequible (bienestar social), y favorece la prosperidad económica de dicho territorio (crecimiento económico)”, esta definición es muestra de la importancia y pertinencia de la creación de un modelo de movilidad que persiga los lineamientos del desarrollo sostenible (Guillamón y Hoyos, 2002).

Contexto institucional y legal

Los modelos y estrategias de movilidad sostenible encuentran su sustento en disposiciones legales y en acuerdos internacionales; muestra de estos acuerdos son los objetivos de desarrollo sostenible, a los que claramente el gobierno colombiano ha manifestado adherirse, objetivos como el número 3, “Salud y Bienestar”, el 7 “Energía asequible y no contaminante”, el 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” o el objetivo 13 “Acción por el clima”, todos ellos refuerzan la idea de que los sistemas de movilidad sostenibles son una prioridad para cualquier región del mundo (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018). Es así como en Colombia, la Constitución Política de 1991 avala todas estas iniciativas de sostenibilidad, al indicar en su artículo 79 que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano”, el artículo 80 manifiesta: “además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental”, en este orden ideas cualquier iniciativa de sostenibilidad estará precedida por las disposiciones legales que vengan al caso (1991). En esta misma línea en el Plan Nacional de Desarrollo, deja ver la prioridad que resulta para el gobierno colombiano generar planes de movilidad sostenible, así queda en evidencia en el numeral 4, “Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022”, cuando propone que el ministerio de transporte fomentara la movilidad urbana sostenible, adoptando acciones

para mitigar en transporte, además de promover estrategias de movilidad como la bicicleta (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

A nivel departamental la Ordenanza 09 (15 de mayo de 2019) por la cual se adopta la política pública de movilidad saludable, segura y sostenible en el departamento de Antioquía, en su artículo 5, declara que se deben tener presentes para la aplicación de dicha política conceptos como la planificación urbana sostenible y la movilidad saludable, principios fundamentales en cualquier modelo de movilidad sostenible; así mismo en el artículo 6, en cuanto al enfoque territorial expresa que las condiciones demográficas debe ser una prioridad en la planeación local afín de que la sea más integral e incluyente a favor de una movilidad saludable, segura y sostenible (Asamblea Departamental de Antioquia, 2019).

En un plano regional, el Área Metropolitana como entidad administrativa de derecho público, en cada una de sus competencias, expresadas en la Ley 1625 de 2013 y más específicamente en todos los numerales del artículo 6, deja en claro su responsabilidad en la gestión de procesos en los territorios, que es totalmente aplicable en los sistemas de movilidad sostenible de cada uno de los diez municipios que integran esta entidad. Los episodios críticos de contaminación se convierten, para la ciudad de Medellín y los demás municipios integrantes del Área Metropolitana, en un problema de salud pública a resolver, toda vez que las mediciones registradas por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire evidencian que el material particulado PM 2,5 (material particulado inferior a 2,5 micrómetros o partículas finas) es perjudicial para la salud. Este contaminante PM 2,5 es producido directamente por la acción antrópica asociada a la combustión, como lo es el proceso que realizan los motores de fuentes móviles como los vehículos a gasolina. Asimismo, el Área Metropolitana aclara que a nivel internacional existe evidencia de que la exposición ha dicho contaminante en combinación con otros agentes, tienen una relación con el aumento de las muertes prematuras y una afectación significativa en enfermedades respiratorias y cardiovasculares preexistentes. También existe preocupación por el Ozono (O₃) como agente representativo en la contaminación del Valle de Aburrá, ya que provoca inflamación del sistema respiratorio y la disminución de las defensas en los organismos vivos.

Las condiciones de estos dos agentes en este territorio llevó al Área

Metropolitana a determinarlos como contaminantes críticos mediante el Acuerdo Metropolitano 8 de 2011. Razón por la cual se hace determinante la creación de modelos de movilidad sostenible para los municipios y por ende organizaciones que componen el Valle de Aburrá (Área Metropolitana, 2017). La contaminación del aire presentada en los últimos años en el Valle de Aburrá, llevó a que diferentes entidades del sector público y privado, encabezadas por el Área Metropolitana a crear el Pacto por la Calidad del Aire, el cual contempla una serie de compromisos de cada entidad, favoreciendo la movilidad de la ciudad, el medio ambiente y, por ende, la salud de los habitantes. Entre las acciones y compromisos a destacar dentro de este pacto, se encuentra la gestión de la Procuraduría General de la Nación ante Ecopetrol por el mejoramiento de la calidad de los combustibles suministrados a la subregión, además la alcaldía de Medellín se compromete entre muchas cosas a continuar mejorando el equipamiento en infraestructura para promover la movilidad activa y sostenible, además de la siembra de 214.000 árboles entre 2018 y 2019 (Área Metropolitana, 2018).

Adicional a este pacto, el Área Metropolitana posee un programa que ha sido bandera en esta subregión, *Encicla* ha logrado impactar los municipios Medellín y Sabaneta, convirtiéndose en una alternativa para el transporte multimodal. En la actualidad *Encicla* ha realizado 10.000.000 de préstamos de bicicletas desde su creación en el año 2011 (Área Metropolitana, 2019). Por último, entre las disposiciones de carácter local, se encuentra que la Alcaldía de Medellín y algunas otras organizaciones, han realizado esfuerzos por tratar de disminuir los impactos de la contaminación a través de estrategias de movilidad sostenible. El Metro de Medellín, los buses a gas y eléctricos, el Metrocable, la reposición de taxi eléctricos, las ciclorrutas, las estaciones de carga (ecoestaciones), la medida del pico y placa, el Tranvía de Ayacucho etc.; todas estas constituyen planes, programas y estrategias que apuntan a que la ciudad sea cada vez más sostenible. En la actualidad tiene vigencia el Plan de Movilidad Segura de Medellín 2014-2020 que, aparte de tener un gran componente de seguridad vial, también presenta algunas estrategias en materia de sostenibilidad. Este plan de movilidad, en la sección de movilidad no motorizada, prioriza dentro de la pirámide de movilidad de la ciudad al peatón por encima de cualquier modo de transporte, pero así mismo prioriza movilidad a pie, en bicicleta y en transporte público (Alcaldía de Medellín, 2014).

Modelos universitarios de movilidad sostenible

A nivel internacional, se encuentran modelos de movilidad en las universidades donde se abordan temas de administración u organización, para ello establecen un ente o una oficina que administra todo el sistema de transporte, y en algunos casos precedida por un consejo en el cual se encuentran miembros de la comunidad académica, e inclusive son seleccionados por votación. En cuanto al sistema de financiación se indica que en varias universidades de los Estados Unidos, se utilizan recursos federales y estatales combinados con ayudas del gobierno local, y en algunos otros casos la fuente de financiación del sistema de movilidad está dada por las tarifas de los estudiantes y los ingresos por parqueadero, aclarando que este, entre todos los aportes económicos, es uno de los más significativos para el funcionamiento del sistema. Otro tema que es importante resaltar es la relación existente entre la administración de parqueaderos y el transporte, donde hay que considerar que los medios de transporte reemplazan la necesidad de parqueaderos; además mencionan que existen universidades que concentran la administración del transporte y del parqueadero en una sola oficina, pero también indican que hay otros campus que tienen administraciones de manera independiente.

Ahora bien, para desestimular el uso del vehículo de un solo ocupante (SOV), se tendrían que concebir estas estrategias de movilidad como un sistema integrado, donde al promover el uso del servicio público de transporte debería ir acompañado de políticas de incentivos por el uso del vehículo compartido, aumento de precio de parqueadero, estímulos para el no uso del vehículo particular, el uso de la bicicleta, entre otros (Miller, 2001). Otro tema que contemplan los modelos de movilidad es el acceso a las personas en situación de discapacidad, indican que el servicio de transporte público debe concebir dentro de su operación el acceso a personas que presenten esta particularidad. Adicional se menciona que la seguridad es un factor importante en el éxito de los sistemas de movilidad, ya que les genera confianza para el uso de los mismo; en algunos modelos se habla incluso de servicio de escolta en los trayectos del sistema de movilidad, además de factores como la iluminación en las paradas del servicio de autobús del sistema, con la finalidad de reducir el riesgo.

La tecnología también se presenta como un aliado para la operación del

sistema de movilidad, esto se realiza a través de aplicaciones que mantienen informado al usuario de la ruta y los horarios, adicionalmente muestran la planificación del viaje y los horarios en tiempo real (Miller, 2001). Existen varios determinantes por los cuales se debe implantar un sistema de movilidad sostenible en los campus universitarios, uno de los de más peso es el acceso de los estudiantes a sistemas de transporte a bajo costo, también está la reducción de la demanda de parqueaderos tanto dentro de la universidad, como de forma externa; por otra parte, contribuir con la congestión y la movilidad de los sectores aledaños a la universidad, pero por encima de todo esto, la mejora en la calidad del aire se presenta como otro motivador de gran importancia para implantar estos sistemas. Para tener éxito en la operación del sistema de movilidad sostenible, y más específicamente en el sistema de transporte público, se muestra al sistema de acceso ilimitado como uno de los factores más importantes; se menciona para este tránsito de acceso ilimitado como es llamado en las universidades de Estados Unidos, varios factores que permiten que este modelo tenga éxito: el apoyo estudiantil, cooperación universitaria, un sistema de tránsito eficiente y paciencia.

Todo esto debe ir acompañado del apoyo irrestricto de la administración general, para poder que cada medida se pueda implantar y pueda ser exitosa. Se habla también de la paciencia como un factor importante en la operación, ya que se debe dar un cambio de cultura para que las personas puedan adoptar las nuevas medidas en materia de movilidad en las instituciones (Miller, 2001). Teniendo una visión más amplia de este tipo de sistemas y la visión de ciudad, la integración de los múltiples sistemas de transportes para beneficio de estudiantes, empleados y docentes de las universidades resulta imprescindible en la operación de cualquier modelo de movilidad.

En este orden de ideas existen modelos que realizan un cobro único por la utilización por parte de usuarios de los medios de transporte con la finalidad de desplazarse desde y hacia la universidad, con el propósito de incentivar el uso del sistema (Miller, 2001). El cobro que se realiza en el sistema integrado tiene como una de sus características principales el descuento diferenciado, pero las cifras son dicientes en cuanto al uso de los sistemas ilimitados vs. el sistema con descuentos, en la universidad de Pittsburgh (EE. UU.), en el año de 1998 se realizó el cambio de sistema de descuento por sistema ilimitado y el incremento de usuarios es considerado, paso de 161.518 viajes por mes a 427.187 viajes por mes.

La universidad de Clemson en Estados Unidos presenta un modelo de movilidad ilimitado, compartido con el resto de la región y financiado con diferentes fondos, entre ellos contribución estatal y federal. Se destaca el beneficio que obtuvo para ciudad al integrar el servicio de transporte de la universidad a los demás servicios que ofrece la ciudad. Destacan como características únicas para el éxito de este modelo el cobro prepago del servicio, sumado a las otras dos fuentes mencionadas; como segunda característica el acceso ilimitado al servicio. Hacen hincapié en lo adecuado del cobro prepago, donde resaltan a parte de la financiación, lo beneficioso para la operación reduciendo el tiempo de abordaje de los usuarios (Franco Cordero, 2014).

La universidad de Indiana presenta su programa de tránsito, como lo denominan ellos, con acceso ilimitado, el cual tiene tres características notables: introducción paulatina de acceso ilimitado para minimizar el riesgo financiero, la promoción del sistema por parte de los estudiantes y la inversión conjunta por parte de dos entes administradores del sistema. Se destaca el cobro a estudiantes que utilizan el sistema de tránsito, de acuerdo con el número de créditos que matriculen (Franco Cordero, 2014). Una de las conclusiones más importantes de los distintos modelos de transporte de acceso ilimitado, es que se convierten en una herramienta para disminuir el tráfico, y los problemas de acceso que esto conlleva, además de reducir el problema de falta de estacionamiento, pero también aporta para atraer y retener a los estudiantes, ya que se convierte en un factor diferenciador con relación a las otras universidades (Franco Cordero, 2014).

Por otra parte, en la implantación de un sistema de movilidad sostenible en las universidades en los Estados Unidos, existen tres preocupaciones, primero el aumento considerable de usuarios en los sistemas de transporte y que esos sistemas sean capaz de suplir la creciente demanda, segundo, la equidad en los cobros, para estudiantes que no usen el sistema, y por último, el uso fraudulento del sistema: aquellos estudiantes que no usan el sistema dan sus pases (o carnet) a personas que no son estudiantes, o en otros casos estudiantes que ya son egresados que continúan utilizando el servicio, para este último se contempla el diseño de herramientas tecnológicas que permitan una mejor identificación y validación de los usuarios (Miller, 2001).

Mientras tanto en los campus universitarios de Europa los modelos de

movilidad sostenible plantean asuntos diversos que van de la mano con los modelos de las universidades de Estados Unidos. En la Universidad de Milán en Italia, plantean varios ejes en su modelo de movilidad; la facilitación de acceso al transporte público, la promoción del uso de las bicicletas, al igual que el uso compartido de las mismas, por su parte la Universidad Politécnica de Cataluña presenta un factor diferenciador con el uso de la bicicleta, esta estrategia apunta al uso de este medio de transporte, pero de forma gratuita con la finalidad de conectar el campus a una estación. Otra estrategia diferenciadora dentro de los modelos europeos es aplicada en Inglaterra, más específicamente en la Universidad de Durham. Se trata del alquiler de vehículos pequeños de uso compartido (*car-sharing*).

En cuanto al tema de la financiación en Alemania, en el programa de boleto estudiantil, el cobro del servicio de estacionamiento excluye a los empleados de las universidades, indicando con esto que el cobro de dicho servicio se realiza únicamente a estudiantes y visitantes. Como evidencia del uso de herramientas informáticas y de servicios web a favor de la movilidad sostenible, en la Universidad de Limerick, en Irlanda, utiliza su portal web para la gestión de la estrategia de vehículo compartido; así mismo resulta bastante particular la estrategia que aplican en Portugal con el uso de la bicicleta, la cual es asignada a los estudiantes por tres años, finalizado este periodo el estudiante tiene la posibilidad de comprarla a bajo costo (Franco Cordero, 2014). En un plano más regional, en Latinoamérica existe el caso de Venezuela, donde se encuentran diferentes concepciones de los planes de movilidad de las universidades, y más puntualmente el servicio de autobuses, se indica que el servicio de autobús en algunos casos es de propiedad de la administración pública y en otros de la empresa privada o en su defecto una combinación de estas dos formas. Así mismos se dice que cada universidad es autónoma en la programación de las diferentes estrategias de movilidad como la disposición de los autobuses y la administración de los estacionamientos. En relación con el uso de la bicicleta y de otros medios de transporte sostenibles, son poco utilizados en los campus universitarios de este país, dándole prioridad al sistema de transporte público y al vehículo particular (Franco Cordero, 2014).

Conclusiones

Así como estos modelos existen en Estados Unidos y Europa, también

existen muchas estrategias que las universidades han ido adoptando o creando para que la comunidad universitaria se movilice de forma más sostenible, contemplando los distintos modos de transporte e integrando a los diversos grupos que confluyen en los campus. En Colombia, las universidades no han sido ajenas a esto, algunas dentro de sus campus proponen estrategias de movilidad sostenibles, la Universidad de los Andes, contempla la aplicación de un Plan de Movilidad Sostenible, así mismo la universidad EAFIT promueve la estrategia denominada Movilidad con Ciencia, la cual promueve el uso de la bicicleta como medio de transporte para personas que hagan recorridos de menos de 5 kilómetros, por su parte la Universidad Nacional, sede Medellín, trabaja en el Plan Integral de Movilidad Sostenible para Medellín, cuyo propósito es que la ciudad tenga una movilidad sostenible en términos ambientales, socioeconómicos, urbanísticos y de seguridad.

En la actualidad existe un interés particular de muchas universidades en el mundo para desarrollar programas de movilidad sostenible, que favorezcan tanto a los estudiantes como a los empleados inclusive usuarios externos, y que impacten directamente a la ciudad en general; para ello existen diferentes propuestas de movilidad para cumplir con el objetivo que es el de movilizar ciudadanos de manera más limpia.

En cuanto a la financiación de los sistemas de movilidad en las universidades, está estrechamente relacionada con el acceso al servicio de transporte. Se debe aclarar que será ilimitado ese acceso cuando las fuentes de financiación sean suficientes y alcancen a cubrir los gastos operativos del mismo, se habla de financiación a partir de los pagos en parqueaderos, en tarifas impuestas directamente a los estudiantes, fondos de la universidad, contribuciones de gobierno federal o estatal.

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Medellín. (2014). Plan de Movilidad Segura de Medellín 2014-2020. Recuperado de <https://bit.ly/2E8cEut>.

Aldrete-Sánchez, R., Shelton, J., Ruey, D. y Cheu, L. (2009). Integrating the Transportation System with a University Campus Transportation Master Plan: A Case Study. Recuperado de <https://bit.ly/32NS5Ov>.

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Resolución Metropolitana D1379 por medio de la cual se adoptan los Planes de Movilidad Empresarial Sostenible -Planes MES- como una medida que contribuye al desarrollo de una gestión integral de la calidad del aire y la movilidad en la jurisdicción del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado de <https://bit.ly/3eW9y9R>.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2017). Guía para la formulación e implementación del plan MES. Recuperado de <https://bit.ly/3fUJvRF>.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2018). Pacto por la calidad del aire. Recuperado de <https://bit.ly/2ZTD8IH>.
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Celebración de los 10 millones de préstamos de Encicla. Recuperado de <https://bit.ly/39yH1pT>.
- Asamblea Departamental de Antioquia. (2019). Ordenanza 09 de mayo 15 por la cual se adopta la política pública de movilidad saludable, segura y sostenible en el departamento de Antioquia. Recuperado de <https://bit.ly/39tL9qX>.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2007). Libro verde. Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana. Recuperado de <https://bit.ly/30IRzyj>.
- Congreso de la República de Colombia. (2013). Ley 1625 de abril 29 por la cual se deroga la Ley Orgánica 128 de 1994 y se expide el Régimen para las Áreas Metropolitanas. Diario Oficial 48776 de abril 29 de 2013.
- Constitución Política de la República de Colombia. (1991). Gaceta Oficial de la República de Colombia n.º 116 de julio 20 de 1991.
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

- Franco Cordero, L. (2014). La movilidad sostenible en campus universitarios: una comparación de las mejores prácticas en Estados Unidos y Europa. Aplicabilidad en universidades venezolanas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 29(2), 23-40.
- Guillamón, D. y Hoyos, D. (2002). *Movilidad sostenible. De la teoría a la práctica*. Bilbao: Manu Robles-Arangiz Institutua Fundazioa.
- Lizárraga, C. (2006). Movilidad urbana sostenible: un reto para las ciudades del siglo XXI. *Economía, Sociedad y Territorio*, 6(22), 283-321. Recuperado de [https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article /view/260/265](https://est.cmq.edu.mx/index.php/est/article/view/260/265).
- Miller, J. (2001). *Transportation on College and University Campuses*. Washington: Transportation Research Board.
- ONU Hábitat. (2009). Movilidad. Recuperado de <https://es.unhabitat.org/temas-urbanos/movilidad/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD. (2018). ODS en Colombia: los retos para 2030. Recuperado de <https://bit.ly/3eRz0gx>.
- Trujillo, M. (2015). *Diseño de un modelo integral de gestión organizacional* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

Capítulo 4

¿Qué perspectivas existen en el marketing orientado en industrias culturales y creativas?¹

What perspectives exist in marketing oriented in cultural and creative industries?

Ana María Moná Zapata², Jackeline Valencia³, Ana María Umba⁴,
Camila Bermeo Giraldo⁵, Alejandro Valencia Arias⁶

Resumen

La dinámica de crecimiento de las industrias culturales y creativas ha llevado a un amplio interés por desarrollar nuevas estrategias de mercadeo que permitan potenciar aún más los servicios y productos de este sector. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación ha sido explorar perspectivas existentes en el *marketing* orientado a industrias culturales y creativas. Entre las conclusiones se observa que la estrategia de *marketing* debe englobar objetivos orientados a la inclusión de los segmentos de mercado en la construcción de contenido y comunidad y de este modo, consolidar audiencias que propicien crecimiento y estabilidad en el tiempo a las organizaciones.

Palabras clave: *marketing*, industrias culturales, tendencias.

Introducción

Las ideas y la creatividad se han considerado imprescindibles para cualquier

¹ Capítulo de libro de investigación resultado parcial del proyecto titulado *Evolución y tendencias investigativas en marketing orientado a industrias culturales y creativas* realizado entre septiembre de 2019 y diciembre de 2020.

² Ingeniera administrativa, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería de la Organización. E-mail: ammonaz@unal.edu.co.

³ Estudiante de Maestría en Gestión Cultural de la Universidad de Barcelona. Becaria del programa de posgrados internacionales SAPIENCIA. Artista visual e integrante del grupo de Investigación en Artes y Humanidades del Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: javalencia.a@gmail.com

⁴ Ingeniera industrial, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería de la Organización. E-mail: amumbal@unal.edu.co.

⁵ Ingeniera industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Docente investigadora de la Institución Universitaria Escolme. E-mail: cies2@escolme.edu.co.

⁶ Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia, magister en ingeniería de sistemas. Corporación Universitaria Americana, sede Medellín. E-mail: jvalencia@americana.edu.co.

economía de mercado que quiera llevar el ritmo del mundo globalizado y cambiante. No es sorpresa entonces, que la creatividad y la innovación estén impulsando la economía del conocimiento que viene surgiendo en los últimos años (Benita, 2018), y de la cual se espera que genere estabilidad en una mayor proporción en el futuro (Boix-Domenech y Soler-Marco, 2017). En este sentido, para hacer alusión a aquellas industrias que fortalecen significativamente esta economía, se habla de industrias culturales y creativas. El término fue acuñado en el Reino Unido a finales del siglo pasado por el Grupo de Trabajo de Industrias Creativas del Departamento de Cultura, Medios y Deporte, las cuales fueron descritas como aquellas industrias cuyas actividades principales giran en torno a la creación, producción y distribución de bienes o servicios que son por naturaleza culturales y que tienden a ser protegidos por derechos de propiedad intelectual (DCMS, 2008).

Visto desde una perspectiva más amplia, las actividades de creatividad, habilidad y talento individual se convierten en potenciales creadoras de riqueza y empleo (Lampel y Germain, 2016). Una de las características fundamentales de la cultura es la creatividad, por lo que las industrias creativas cuentan con el potencial suficiente para fortalecer la diversidad cultural, aumentar la inclusión y el desarrollo humano (Lee, Lan y Wang, 2016). Sin embargo, a través de la producción musical, textual, cinematográfica, turística etc., las industrias creativas consolidan su valor dinámico por el cual contribuyen, no solamente a la cultura y la sociedad, sino también al crecimiento y desarrollo económico (Potts y Cunningham, 2008).

La presente bibliometría ofrece la evolución y, como tal, diferentes tendencias investigativas alrededor de todas las estrategias de *marketing* que se vuelven fundamentales para que estas industrias hagan entrega a los consumidores de ciertos productos que se detienen en elementos creativos, apuntándolos al mercado de consumo a través de la distribución masiva, en donde las economías de escala juegan un papel de especial importancia.

Metodología

Para la búsqueda de la información se utilizaron bases de datos de revistas indexadas mediante el uso de una ecuación de búsqueda sobre el mercadeo en industrias culturales y creativas que es el objeto de estudio.

(TITLE (cultural OR creative) AND TITLE (industr) AND TITLE (marketing)) OR (KEY (cultural OR creative) AND KEY (industr*) AND KEY (marketing))*

Al respecto se han calculado los siguientes indicadores de cantidad: publicaciones por año, publicaciones acumuladas, publicaciones por revista, distribución de publicaciones, publicaciones por país, tipo de publicación y publicaciones por autor.

Resultados

Publicaciones por año

En la figura 23 se puede observar la relación entre el número de publicaciones por año, dentro de un período que se comprende desde, alrededor de 1980, hasta el 2019. Se puede observar que después del año 2000 hay una mayor tendencia a la producción científica en el tema de interés, de manera que 2003 a 2005 es el periodo con mayor producción, registrando en el 2004 una producción superior a las treinta y cinco publicaciones. También se puede observar un descenso en la producción después del 2005.

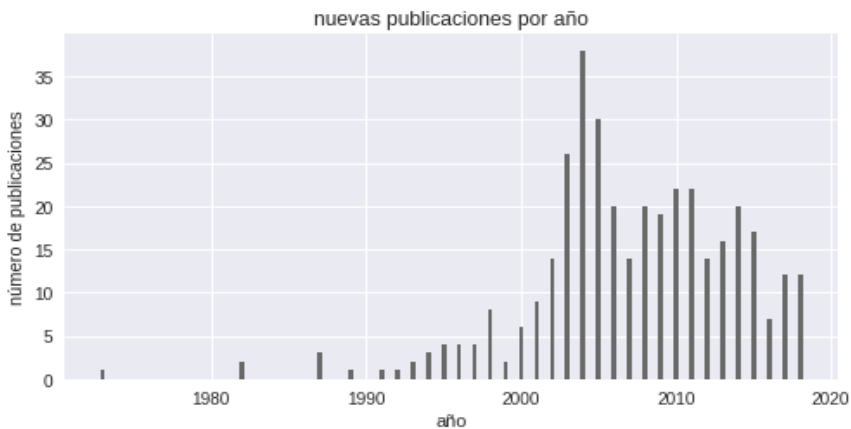


Figura 23. Evolución de la temática en el tiempo

Fuente: elaboración propia.

Publicaciones acumuladas por año

En la figura 24 se puede observar que la tendencia de las publicaciones acumuladas es creciente, aun cuando el número de publicaciones a partir del 2005 disminuyó respecto a los picos de producción. Si bien el aumento en los últimos cinco años es del 4,3 % anual, se tiene un incremento del 24,5 % anualmente, lo que nos muestra una afinidad por la investigación en este campo.

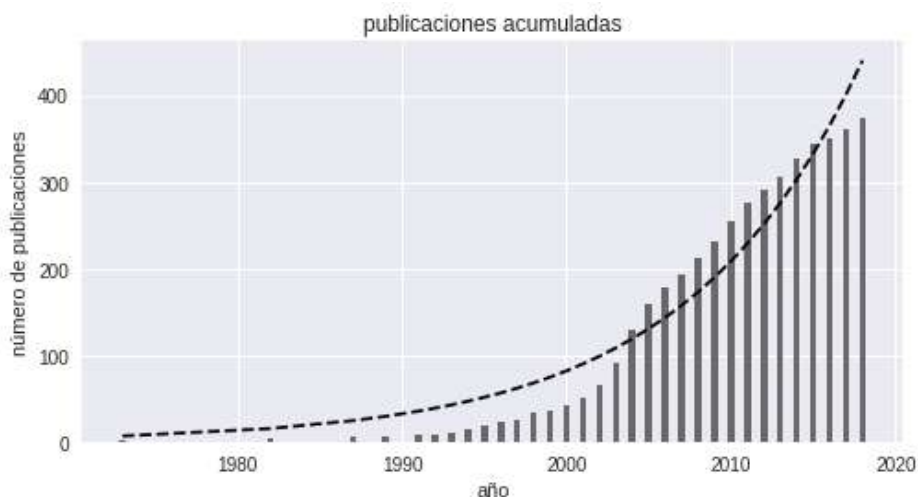


Figura 24. Cantidad de publicaciones acumuladas

Fuente: elaboración propia.

Es importante saber cuál es la vida media de la literatura que se consulta, ya que este es un dato importante para el uso de dicha información en el desarrollo de futuras investigaciones. La vida media de la literatura se asocia con la existencia de la obsolescencia del conocimiento que está fundamentada en un periodo de tiempo en el que disminuye la utilización de la información y con ello la vida útil de las publicaciones desarrolladas (Rojas-Moreno et al., 2013). En la figura 25 se resume esta información respecto al tiempo, donde se puede apreciar que desde el 2005 este valor ha venido incrementando. En efecto la vida media de todos artículos y documentos consultados es de 6,7 años, mientras la vida media de los últimos diez años es de 9,3 años.

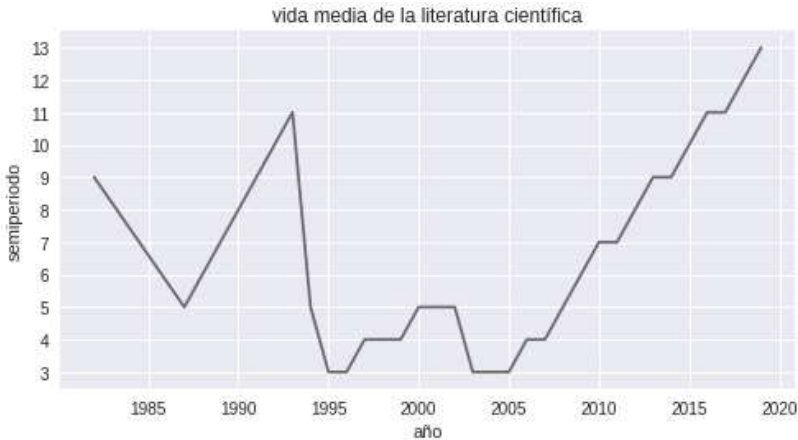


Figura 25. Vida media de la literatura

Fuente: elaboración propia.

Número de publicaciones por revista

En la figura 26 se tiene el *top 10* de revistas donde se concentran el mayor número de publicaciones relacionadas al mercadeo de industrias culturales y creativas. La revista que lidera este indicador es la revista *Tabaco Control* con diez publicaciones, seguida de la revista *HOW* y *Science and Medicine* con ocho publicaciones cada una. El resto de las revistas listadas cuenta con cinco publicaciones o menos. Además, se tiene que el índice de producción refleja que el 50 % de las publicaciones académicas del tema de interés este concentrado en el 35,1 % de las revistas consultadas. De igual forma el índice de transitoriedad muestra que el 84,5 % de las revistas han publicado un único trabajo.

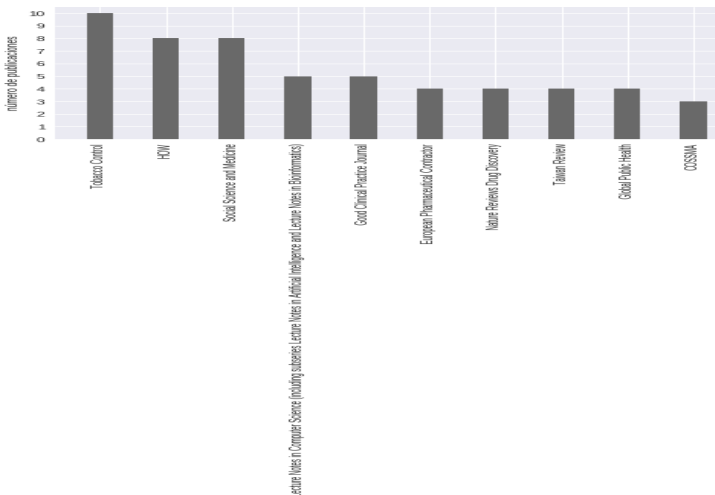


Figura 26. Top 10 de revistas que más publican sobre el tema

Fuente: elaboración propia.

Distribución de publicaciones entre revistas

El análisis de la distribución se hace respecto a la cantidad de publicaciones entre el número de revistas que se tengan. De esta manera se tiene que el 8,9 % de las revistas publica el 25 % de la producción académica, el 35,1 % de las revistas publica el 50 %, el 67,7 % publica el 75 %, y el 74,2 % publica el 80 % de la producción académica. En la figura 27 se observa el resultado de la aplicación del logaritmo natural sobre los ejes de la figura 26, se obtiene lo cual da como resultado la ley de productividad. Como se ve esta ley no sigue un comportamiento lineal, sino logarítmico.

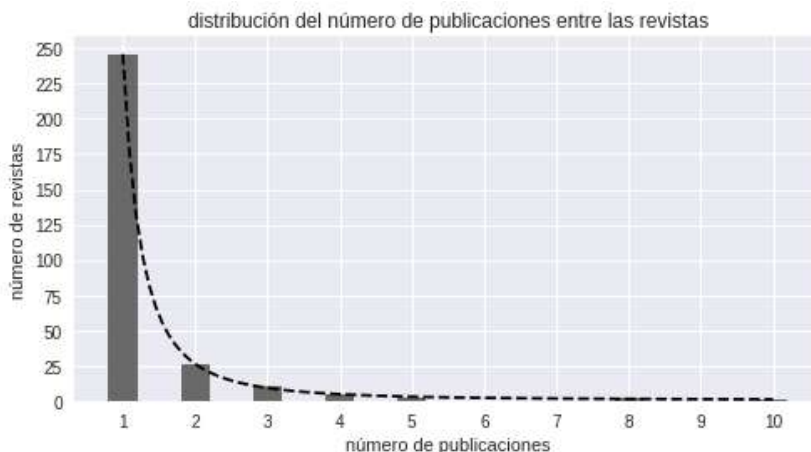


Figura 27. Productividad de las revistas

Fuente: elaboración propia.

Cantidad de publicaciones por país

Se listan los diez países que mayores aportes hacen en producción academia en el tema de interés resumidos en la figura 28. Como se observa en la figura, la lista es encabezada por los Estados Unidos con más de cien publicaciones, una cantidad de publicaciones bastante considerable ya que en segundo lugar se encuentra el Reino Unido con cuarenta publicaciones. En la lista sigue China con poco más de veintidós publicaciones y el resto de la lista con menos de veinte publicaciones se puede observar a continuación.

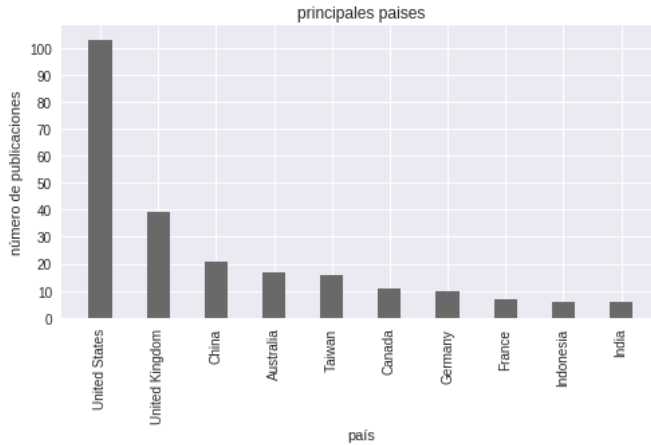


Figura 28. Número de publicaciones por país

Fuente: elaboración propia.

En la figura 29 se puede observar el mapa con la visualización de los países y su distribución de publicaciones en la temática, en colores oscuros los países con mayor producción y en colores claros aquellos con menor producción. Esta grafica confirma el liderazgo de los Estados Unidos, así como la distribución entre Reino Unido como líder europeo, China en la región asiática y Australia en el continente oceánico.

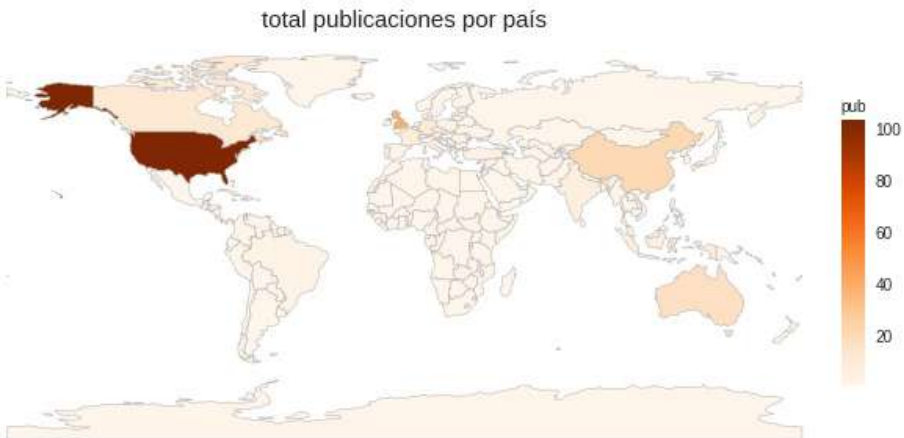


Figura 29. Mapa de distribución de publicaciones por país

Fuente: elaboración propia.

Tipo de publicaciones

En la figura 30 se puede observar la distribución sobre el tipo de publicaciones que se encontraron en la búsqueda en el tema de interés, donde la mayoría de las publicaciones son tipo artículo (*article*) con un 48,7 %, seguido de los artículos de conferencias (*conference papers*) y los artículos de revisión (*review*) que juntos cuentan con un 36,4 % del total de publicaciones. Los artículos, por un lado, muestran la madurez del tema al ser publicados en revistas especializadas, aunque es de resaltar la participación de los artículos o actas de las conferencias ya que son espacios en los que se hace la difusión de los diferentes avances en la temática de interés. El resto de participación se hace a través de encuestas, notas y otro tipo de documentos.



Figura 30. Tipo de publicaciones

Fuente: elaboración propia.

Publicaciones por autor

Se lista a continuación el top 10 de los autores con mayor número de publicaciones. Como se puede ver en la figura 31, el comportamiento que se tiene esta muy centrado en algunos autores, el tema es liderado por tres autores con el mismo número de publicaciones vinculadas que asciende a treinta. Muy cerca el resto del grupo de autores comparte veinte publicaciones por lo que la mayor parte de la producción se concentra en este grupo.

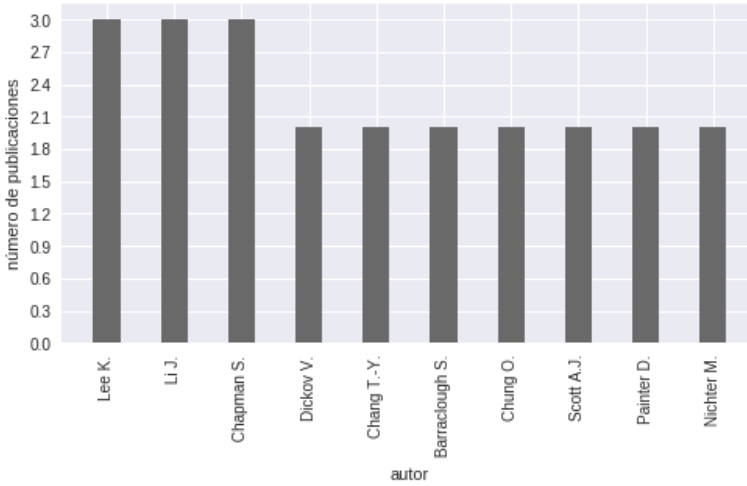


Figura 31. Número de publicaciones por autor

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Las industrias creativas y culturales surgen a partir del talento individual, con fines de entretenimiento y creación de valor cultural en la sociedad. Por ello, el *marketing* en este tipo de industrias se diferencia del *marketing* tradicional sobre todo en las estrategias de promoción y ventas, permitiendo a las organizaciones que se dedican al entretenimiento artístico y cultural sacar ventajas y ganancias con la puesta en marcha de estrategias innovadoras y más eficaces a través del conocimiento de la audiencia.

El *marketing* en industrias creativas y culturales es un tema que ha cobrado especial importancia en la última década y el cual debe ser visto de manera holística dada la urgente necesidad de posicionamiento exigida por la alta competitividad de la industria. Por ello, la estrategia de *marketing* debe englobar objetivos orientados a la inclusión de los segmentos de mercado en la construcción de contenido y comunidad y de este modo, consolidar audiencias que propicien crecimiento y estabilidad en el tiempo a las organizaciones.

Referencias bibliográficas

- Benita, F. (2018). On the performance of creative industries: Evidence from Mexican metropolitan areas. *Papers in Regional Science*, 98(2), 825-842.
- Boix-Domenech, R. y Soler-Marco, V. (2017). Creative service industries and regional productivity. *Papers in Regional Science*, 96(2), 261-279.
- Department for Culture, Media and Sport –DCMS. (2008). *Creative Britain: New Talents for the New Economy*. Londres: DCMS.
- Lampel, J. y Germain, O. (2016). Creative industries as hubs of new organizational and business practices. *Journal of Business Research*, 69(7), 2327-2333.
- Lee, C., Lan, C. y Wang, S. (2016). Exploring the effects of cultural creative product quality toward perceived value and purchase intention. 210-219.
- Potts, J. y Cunningham, S. (2008). Four models of the creative industries. *International Journal of Cultural Policy*, 14(3), 233-247.

Capítulo 5

Criterios de diseño de un dispositivo electrónico que facilite la movilidad de las personas con discapacidad visual¹

Guidelines for the design of an electronic device to facilitate the mobility of visually impaired persons

Florián Augusto Kirby Baldi², Luz Ángela Quintana Sánchez³

Resumen

La Organización Mundial de la Salud tiene estipulado que uno de los factores importantes para adaptación al medio de personas con discapacidad visual es la orientación y movilidad. Para las instituciones de educación superior y empresas técnico-comerciales es un objetivo dar una respuesta a la efectividad de detectar y reconocer obstáculos en todos los planos y apoyar a la adaptación de la persona con discapacidad en la vida cotidiana. Los prototipos diseñados, y pocos de ellos comercializados, se basan en la idea de mejorar la movilidad de esta población, aunque le alteran su propia fisonomía, generan un peso adicional o no son asequibles desde lo económico, siendo motivo para que muchos de ellos no sean aceptados o adquiridos por la población objetivo.

Lo anterior conlleva que el proceso de diseñar, construir o adaptar un dispositivo que apoye la movilidad sea un objetivo de la academia y de las empresas técnico-comerciales dedicadas a esta área de la salud. El objetivo principal de esta investigación, en su segunda etapa, es mejorar el uso y beneficio, en este caso, del bastón tradicional y del bastón inteligente, dando solución a la forma como las personas con discapacidad visual pueden

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Diseño y construcción de un prototipo que facilite la movilidad de las personas con discapacidad visual* y realizado entre los docentes investigadores Florián Augusto Kirby y Luz Ángela Quintana pertenecientes a los grupos de Grintec y Fonotec de la Fundación Universitaria María Cano.

² Ingeniero electrónico, especialista en Automática y magíster en Ingeniería. Docente e Investigador de la Fundación Universitaria María Cano, sede Medellín. E-mail: florianaugustokirbybaldi@fumc.edu.co.

³ Fonoaudióloga, especialista en Educación Especial con énfasis en Comunicación Aumentativa y Alternativa, maestrante en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos. Docente e investigadora de la Fundación Universitaria María Cano, sede Medellín. E-mail: luzangelaquintanasanchez@fumc.edu.co.

desplazarse dentro y fuera de los entornos conocidos. Así, el objetivo es diseñar una herramienta asistencial inteligente que contenga los elementos de estimulación táctil y auditiva que permita la movilidad de personas con discapacidad visual.

Palabras clave: bastón inteligente, discapacidad visual, diseño de prototipo, tiflotecnología, movilidad.

Introducción

En general, las investigaciones en el campo de la movilidad de la población con discapacidad visual han tratado de mostrar y, en algunos casos, de dar con un dispositivo electrónico que brinde confianza y seguridad, y que, sobretodo, se adapte a la discapacidad visual que tenga la persona para así apoyarlo en la movilidad. Cada investigación ha dado y da resultados diferentes y para tipo de personas diferentes, claro está con discapacidad visual. Lo anterior lleva a preguntarse ¿es posible hacer un diseño, adaptación y construcción de un prototipo que facilite la movilidad de personas con discapacidad visual, que no se dañe la fisonomía corporal y realmente facilite la movilidad de personas con discapacidad visual? (Kirby y Quintana, 2018).

Tomando lo sugerido por Meroño (2005), para la tecnología ha sido un reto el dar soluciones eficaces, eficientes y efectivas y por ello busca como acondicionar en la cotidianidad los diferentes avances tanto en *software* como en *hardware*. La tiflotecnología nace como una rama de la tecnología aplicada a la construcción de apoyos tecnológicos que faciliten la adaptación con el entorno de las personas con discapacidad visual. Este término incluye la generación y adaptación de diversos tipos de dispositivos y tecnologías a nivel mecánico, hidráulico, neumático, eléctrico y electrónico, así, la tiflotecnología pretende dar solución a la persona con discapacidad visual, en ámbitos como la movilidad, interacción social, aprendizaje, apoyo a la labor cotidiana, entre otras.

En la actualidad ya hay dispositivos diseñados, probados e incluso avalados, dado que varias investigaciones generaron productos a nivel experimental y otros a nivel comercial, en diferentes tipos de tecnologías y gamas. Estos productos van orientados hacia la adaptación de la persona o hacia suplir una

necesidad funcional. Aunque la tiflotecnología ha dado respuestas a algunas necesidades, lo real es que generalmente el dispositivo no se adapta a las condiciones físicas, por lo tanto son dispositivos experimentales. Ejemplo de esto es el casco, la diadema o el chaleco, los cuales cambian la estética y apariencia personal (Rivero, 2013). También Dunai, Lengua, Brusola y Peris-Fajarnés (2015) refiere que algunos dispositivos diseñados, aunque usan tecnología de alta gama, brindan a la persona información auditiva-táctil que conlleva a la desconcentración para la movilidad pretendiendo reemplazar los sentidos naturales de la persona invidente obstaculizando la interpretación de los diferentes ruidos y sonidos del entorno. Este proyecto abarca el diseño de un prototipo que dé respuesta a las necesidades de movilidad de esta población y pretende mostrar las pautas a tener en cuenta para la efectividad del mismo.

Metodología

Esta etapa de diseño de un prototipo que permita la movilidad de las personas con discapacidad visual, tanto en el entorno conocido como en el desconocido, hace parte de un proceso investigativo tipo desarrollo tecnológico e innovación de cuatro etapas:

- Etapa 1. Tipo Investigación. Estudio de impacto de uso de dispositivos electrónicos que sirven de apoyo para la movilidad de las personas con discapacidad visual (*terminada*).
- Etapa 2. Tipo Producto. Es el diseño o adaptación de un prototipo que facilite la movilidad de personas con discapacidad visual (*en proceso*).
- Etapa 3. Tipo Producto. Construcción y medición de resultados de un prototipo que facilite la movilidad de personas con discapacidad visual, con posibilidad de patentar prototipo de diseño (*pendiente*).
- Etapa 4. Tipo Producto. Mejoramiento definitivo y pruebas finales de un prototipo que facilite la movilidad de personas con discapacidad visual, con la posibilidad de patentar producto y comercializar (*pendiente*).

La etapa 1 se concluyó el pasado 30 de octubre del 2018 con código asignado N.º 0360115027-2017-311 inscrita al el Grupo Grintec, perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria María Cano, hoy categorizada por Colciencias como grupo de investigación tipo C.

En la etapa investigativa hubo dos momentos, uno de revisión bibliográfica y otro de investigación de campo, por medio de entrevista, con una muestra de cuarenta personas con discapacidad visual del sector nororiental de la ciudad de Medellín, en este proceso se evidenciaron las siguientes situaciones:

- Desde la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia y la Secretaría de Salud de Medellín, no hay una medición del impacto de los dispositivos electrónicos a las personas con discapacidad visual que le permitan mejorar su movilidad.
- A nivel mundial las investigaciones, proyectos y comercialización están más centrados en la prevención que al mejoramiento mismo de la calidad de vida de las personas con la discapacidad ya adquirida. Adicionalmente, y teniendo en cuenta la discapacidad visual, la tendencia con respecto al apoyo tecnológico está centrada más en la parte cognitiva, educacional y comunicacional que hacia la parte de movilidad.
- A nivel del trabajo de campo los entrevistados manifestaron sus percepciones, experiencias y propuestas de forma libre y espontánea, la mayor tendencia en cuanto a la movilidad es el uso del bastón guía, el cual hace parte de su identidad y reconocimiento social y por esta razón no están dispuestos a dejarlo o reemplazarlo por otro tipo de dispositivo.
- Los entrevistados sugieren una adaptación al bastón guía, mejorando dos elementos fundamentales: vibraciones diferenciales que en lo posible no sean superior a cuatro tipos diferentes de vibración y generación de mensajes auditivos cortos que no distraigan a la persona invidente o con baja visión en su movilidad.
- Los docentes con discapacidad visual que fueron entrevistados advirtieron que cualquier dispositivo inteligente que sirva de apoyo para la movilidad no debe entorpecer las destrezas adquiridas por la persona con discapacidad en cuanto la orientación y movilidad dado a la agudización de los sentidos que asumen la pérdida visual de la persona.
- Los entrevistados solicitan que se pueda tener en cuenta un sistema de prealarma y alarma por si la persona hace caso omiso a las señales que el propio dispositivo le brinda acerca de la presencia o no de los obstáculos.
- Una propuesta interesante dada por los entrevistados fue generada por un adolescente quien sugiere utilizar una manilla reemplazando el bastón, siendo una alternativa factible y amigable para los adolescentes

y niños y no para adultos.

- Finalmente, solicitan que el dispositivo electrónico les de alertas acerca de la presencia de obstáculos tanto a nivel horizontal como el vertical.

Según la necesidad expresada por la población con discapacidad visual de moverse de forma segura en su entorno, que en ocasiones tiene limitaciones arquitectónicas, se genera esta investigación para brindar un espacio, una estrategia, una herramienta o una tecnología que le permita a esta población tener una forma de movilidad integrada y autónoma dentro del marco de la investigación en educación superior.

Así, el proyecto tiene un enfoque cualitativo con un tipo de estudio descriptivo, porque el objeto estudio es de un suceso de movilidad y se pretende desarrollar una tecnología que permita mejorar la movilidad de las personas con discapacidad visual. Para el diseño de este dispositivo, (López, 2018) afirma que es fundamental la actitud, intencionalidad, el verdadero querer de agudizar sus sentidos que absorban el sentido perdido.

Durante la entrevista, y coincidiendo con Sáenz y Sánchez (2008), se enfatiza en que una persona con discapacidad visual para moverse necesita, dependiendo de la edad y de la discapacidad visual, contar con la estimulación sensorial, la sensopercepción táctil y la maduración cerebral para reconocer las variables para moverse, tener buena ubicación en el espacio para poderse mover y orientarse, afianzarse en los conceptos de relaciones espaciales, tener y usar dispositivos básicos que lo apoyen en la movilidad y, por último, adaptarse a capacitaciones de las áreas tíflogicas, principalmente en el área de la orientación y movilidad. Así, a partir de las capacidades adquiridas para moverse sin apoyos, logre progresar a la movilidad con apoyo de persona guía, el bastón y a otros dispositivos mecánicos y tecnológicos.

Desarrollo

El desarrollo de esta tecnología cuenta con la parte de estimulación táctil o auditiva para la detección de obstáculos y así facilitar la movilidad de esta

población objetivo. Con este enfoque se pretende realizar un estado del arte más específico que el realizado en la etapa 1, donde el objetivo se centra en la recopilación, sistematización y análisis de las investigaciones académicas realizadas tanto a nivel nacional y mundial de los dispositivos como el bastón y manilla o guante inteligente e, incluyendo en esta línea, cuáles dispositivos actualmente se comercializan y están al acceso del público para su uso y, por otro, lado el de diseñar un prototipo que detecte obstáculos y permita la movilidad de la población objetivo a través de dos elementos básicos: la estimulación táctil y la auditiva o sonora.

Esta etapa del proyecto no abarca la interacción con el humano, pero sí se tiene en cuenta para su diseño, dado que abarca lo correspondiente a la sensorica, controlador, actuador e interfaces hombre-máquina, buscando la adaptación de la persona con discapacidad visual para que pueda movilizarse por el entorno.

Criterios de diseño

Teniendo como base los resultados de la primera etapa del proyecto que fue el “estudio de impacto de tecnologías de apoyo usadas para la movilidad de personas con discapacidad visual”, en la cual se realizaron cuarenta entrevistas, se obtuvieron pautas desde el punto de vista de la discapacidad y la movilidad y desde la tiflotecnología, que son necesarias tenerlas en cuenta para este diseño.

Desde el punto de vista de la discapacidad y la movilidad

- La edad permite determinar los intereses, gustos, necesidades y aproximación al conocimiento y uso de la tecnología. La población objetivo corresponde a tres categorías: niños (9-17 años), adultos (24-55 años) y adultos mayores (mayores de 55 años). El desarrollo de habilidades de orientación y movilidad son fundamentales para el manejo de dispositivos para la movilidad, estos aprendizajes se desarrollan desde la infancia y requieren el acompañamiento de la familia para generar confianza, seguridad y autonomía en el desplazamiento de la persona con discapacidad visual.
- El instrumento principal para su movilidad es el bastón guía, si conocen

el espacio no hacen uso de este, sino que su movilidad es sin ningún apoyo. Si su movilidad es en desplazamientos de alta conglomeración o distancias largas, además del bastón, se apoyan en los sistemas e instrumentos que la propia ciudad ha dispuesto para este fin como son las aceras guías, semáforos de tránsito con señales auditivas y servicios especiales de transporte no público. Independientemente de estas ayudas, para este tipo de desplazamientos se apoyan en las personas guías, que normalmente es un familiar confiable. La mayor dificultad que se presenta en la movilidad es en cuanto a la detección de obstáculos cuyas alturas son superiores a su cintura pues con frecuencia se golpean fuertemente con estos. Otra dificultad es a nivel de la interacción con transeúntes y conductores imprudentes que de manera intencional o no, o con o sin responsabilidad, muestran la actitud e intención de no darle prioridad a su movilidad.

El apoyo tecnológico es de gran importancia para su movilidad y solicitan que este instrumento vaya acorde a los criterios de orientación y movilidad fundamentados en el proceso cognitivo, adaptativo y educacional, que es una tarea que inicia desde los primeros momentos de detectar que la persona tiene discapacidad visual. También solicitan que el apoyo tecnológico no altere su presentación física, fisonomía, sensibilidad auditiva y nivel de concentración e interacción con el entorno. Los apoyos de los que las personas con discapacidad visual tienen conocimiento, ya sea porque los han usado, les han comentado o han buscado en su entorno o en la web son: el bastón guía, perro y persona guía, bastón guía con vibración, aplicaciones tipo y GPS para usarlo a través del celular o reloj con posibilidades conectivas tipo GPS, las aceras guía y se han enterado de dispositivos como: las gafas, diadema, chaleco o la bota con vibración ante presencia de obstáculos, pero manifiestan que no han tenido la posibilidad y otros casos la oportunidad de conocerlos y usarlos.

Manifiestan que la ciudad, aunque cada vez hay un cambio o una mejoría que facilite a la movilidad, consideran que tanto la cultura como la idiosincrasia de la población opaca el desarrollo logrado. Son conscientes que es un factor educacional y que a la ciudad misma le ha dificultado en el trabajar en la inclusividad, todavía son muchas situaciones que faltan para lograr una transformación (Kirby y Quintana, 2018).

Desde el punto de vista de la tflotecnologa

Dentro del rastreo documental realizado, se observa que, aunque no se evidencia cientficamente, las personas con discapacidad visual utilizan el bastn tradicional para desplazarse y otras utilizan un perro gua. Sin embargo, estos aditamentos tienen sus limitaciones y desventajas y se hacen necesarios mecanismos que apoyen a la movilidad desde los sistemas mecatrnicos conocidos como ETA (Electronic Travel Aid, Dispositivo Electrnico de Asistencia) y aportan un grado elevado de eficiencia y agilidad.

Estos mecanismos son de costos muy altos y no han tenido gran acogida bsicamente por dos factores. Segn Correa (2017), la interfaz, que es la forma como el dispositivo entrega informacin al usuario, esta puede ser acstica o vibro-tctil y el diseo que involucra la esttica del dispositivo, ya que implica que la persona tenga que cargar con un dispositivo de un peso promedio grande y poco confortable, tambin involucra el costo y el rendimiento de este, a la suma de estos elementos es lo que se denomina ergonoma cognitiva. Dentro del mismo proceso Terven Salinas, Salas y Raducanu (2013) reportan que la visin artificial como sustituto de la visin humana es una herramienta importante en el desarrollo de dispositivos de apoyo a personas con discapacidad visual. Entre las tareas donde es posible identificar la utilidad de la visin artificial se encuentra o se pretende: la seguridad en la movilidad, la orientacin, el reconocimiento de objetos, el acceso a informacin impresa y la interaccin social.

Estos puntos de vista hay que unirlos a los dos enfoques de esta etapa del proyecto, donde las situaciones relevantes son, desde el enfoque de una revisin bibliogrfica orientada ms al diseo y construccin de prototipos, se conform una coleccin de cincuenta artculos publicados en revistas indexadas y presentes en bases datos como Science Direct, Redalyc, E-Books, Scopus, repositorios de universidades, E-Libro, entre otras, en la cual mostraron dos tendencias. Una en el diseo y construccin de aplicaciones mviles como el GPS y aplicaciones de *software*, donde le daban a la persona con discapacidad visual puntos de referencia, de geolocalizacin, pero no le daban elementos de movilidad en cuanto al obstculo u otros artculos y construccin de prototipos donde tena componente de *hardware+software*.

Estos artculos revisados, que fueron veintiocho de los cincuenta, en

general mostraron que era una posibilidad que la persona se pudiese trasladar y desplazar por la ciudad por ejemplo, y en este sentido, muestran que son una herramienta viable, aunque las muestras no fueron representativas y los resultados obtenidos fueron satisfactorios. La otra tendencia fue en el diseño y construcción de dispositivos que detectaban obstáculos, dentro de esta revisión bibliográfica el cual fueron veintidós de los cincuenta artículos revisados, se encontró que las pruebas se hacían con videntes y máximo seis personas con discapacidad visual. Los resultados eran satisfactorios.

Los diseños y prototipos construidos abarcaron de tres a seis sensores ultrasónicos. La mayoría de los diseños fueron con tres sensores de medición para los laterales izquierdo y derecho y el frente, un prototipo fue de seis sensores y tomaban los laterales y el frente de manera horizontal (tres) y de manera vertical (tres) y otro caso de diseño y construcción de dispositivos con seis sensores lo usaron para los laterales horizontales para la derecha (dos), para la izquierda (dos) y para el frente (dos).

De los cincuenta artículos revisados, veintidós artículos mostraron la posibilidad de poderlo adaptar al bastón tradicional y al bastón inteligente, y mejorar para darle a esta población un dispositivo que les sirva de apoyo para su movilidad. Otros artículos mostraron la posibilidad de quitar el bastón para darle a la persona mejor autonomía y en este sentido se encuentra que un diseño de dispositivo que facilite la movilidad era acoplarlo a un sombrero, tres artículos mostraron que usaron el chaleco, un diseño mostró una adaptación de una silla de ruedas, cuatro artículos mostraron que el dispositivo de apoyo eran unas gafas y estereovisión, dos artículos mostraron que su dispositivo de apoyo fue el guante y un artículo mostró que su dispositivo era un dedo robot.

Desde otro punto de vista, llama la atención que solo un artículo muestre la importancia de que, al trabajar con sensores ultrasónicos, debería de hacerse una medición de temperatura ambiental para ajustar la medición del sensor por compensación por temperatura, porque la velocidad del sonido no es un valor estándar sino que depende de la temperatura ambiental, como se muestra en la siguiente ecuación: $V_s = 331 + (0,6T)$ siendo T la temperatura ambiental y 331 m/s es la velocidad del sonido, cuando T es 0 °C.

Otro artículo mostró la importancia de que el sistema de detección de obstáculos acoplado al bastón posea un sensor de luz para indicar a los otros

usuarios la presencia de una persona con discapacidad visual y a su vez indicar al usuario del dispositivo si el entorno tiene ausencia o no de luz; a su vez, dos artículos mostraron el uso de los sensores infrarrojos o sensores de tecnología de radiofrecuencia como elemento de detección de obstáculo, estos trabajos dieron resultados satisfactorios y por último, los rangos de medición que mostraron los artículos revisados fueron de los siguientes rangos de detección: 0,2 a 3 m, de 0,5 a 3 m, de 1,5 a 3,5 m, de 2 a 4,5 m, de 0,5 a 6 m, y un trabajo en especial cuyo diseño se enfocó en bajas distancias que fue de 0,15/0,24 a 0,6 m desde el enfoque del diseño del prototipo que permita la movilidad de la población objetivo a través de la estimulación táctil y la auditiva o sonora. Para ello se tomaron como base los resultados del estudio de impacto del uso de dispositivos electrónicos que permitan la movilidad de personas con discapacidad y la revisión bibliográfica realizada para criterios de diseño para este tipo de dispositivos, que dio como resultado que el diseño para este proyecto tendría varias etapas que son: i) etapa de definición y declaración de variables, ii) etapa de medición (sensar), iii) etapa de acondicionamiento de la señal, iv) etapa de cálculo y corrección de la medida, v) etapa de control y toma de decisión, vi) etapa de elementos finales de control o actuación, vii) etapa de interface hombre-máquina y, por último, viii) etapa de señales de pre y alarma.

Dadas estas etapas, el diseño de este prototipo tiene como objetivo detectar obstáculos que sean a nivel de la horizontal o sea de la cintura hacia abajo y verticales o sea de la cintura hacia arriba, en sus dos lateralidades (izquierdo y derecho) y en el frente, los rangos de medición serían desde 0,2 a 1 m para las lateralidades y el frente y las señales de respuesta al usuario serán de tipo prealarma y alarma, sean a nivel táctil o sonoro.

Finalmente, este diseño del dispositivo tiene la versatilidad que su funcionamiento bien sea acoplado al bastón o que funcione de manera independiente, donde el usuario no necesite del bastón para su desplazamiento, aunque el estudio de impacto haya dado como resultado que los usuarios no quieren dejar el uso del bastón. Para el diseño del dispositivo, sí se tiene en cuenta el uso del bastón, a este se le acoplaría en la parte superior un módulo donde estaría la unidad de electrónica y de potencia. Este módulo se comunicaría vía alámbrica a una manilla tipo pulsera para darle al usuario la prealarma y alarma táctil tipo vibratoria y desde el mismo módulo se comunicaría vía inalámbrica a un dispositivo tipo *bluetooth* ubicado en el

oído para darle al usuario una respuesta acústica o sonora sea mensaje o señal audible de baja frecuencia, con esto se garantiza que el usuario pueda usar bastón-pulsera para la respuesta táctil y/o bastón-Bluetooth para la respuesta acústica.

Para el diseño sin uso del bastón, el módulo se ubicaría en una correa tipo reata y el módulo ubicado en la parte frontal del usuario o sea hacia adelante (en lugar visible) y con esto se garantiza que el usuario pueda usar la pulsera para respuesta táctil y el *bluetooth* para la respuesta acústica. A nivel de la medición, se usarán dos sensores para lateralidad izquierda donde un sensor es para la detección de obstáculos ubicados de la cintura hacia abajo y el otro sensor en la misma lateralidad cubriría de la cintura hacia arriba, este mismo esquema sería para la lateralidad derecha y para el frente. Adicionalmente el dispositivo tendrá incluido el sensor de temperatura ambiente para hacer corrección en el cálculo de la medición de la distancia en X y en Y del obstáculo.

Una vez sea detectada y medida la distancia entre el obstáculo y la persona y se haya realizado la corrección de la misma por los cambios de la temperatura ambiental, se procederá a generar y clasificar estos resultados para determinar si hay presencia o no del obstáculo donde se genera alertas tipo prealarma o alertas tipo alarma, con el siguiente criterio: los obstáculos entre 80 a 100 cm y mayores deben ser ignorados, los obstáculos entre 31 y 80 cm generan señal de prealarma y los obstáculos entre 20 y 30 cm y menores generar señal de alarma. Estas alertas serían para los dos laterales y el frente a nivel horizontal (cintura hacia abajo) y vertical (cintura hacia arriba), a su vez estas alertas pueden ser que sean solo táctiles, solo sonoroauditivas o sean de tipo combinatorio: las prealarmas serían de manera táctil y las alarmas de manera sonora/auditiva.

Conclusiones

Con respecto a la tendencia en el diseño y construcción de aplicaciones móviles y de *software* y prototipos en los que tenían una componente de *hardware+software*, eran soluciones donde a la persona se le da puntos de referencia y de geolocalización y según sus capacidades de orientación y movilidad adquiridas, esta realizaba su desplazamiento, pero estos tipo de solución no le daban a la persona con discapacidad elementos de movilidad en cuanto al obstáculo, estos artículos en general mostraron que con estos tipos de solución era una posibilidad de la persona de trasladarse y

desplazarse por la ciudad y su entorno y en este sentido son una herramienta con resultados satisfactorios, pero no era tan viable en cuanto dependían ciento por ciento del dispositivo móvil y les afectaba la movilidad dado a la cantidad de información que le llegaba al usuario, haciendo que su sistema auditivo se concentrara más en la información del aplicativo que del entorno mismo. En algunos artículos describían que tener este aplicativo obviamente dependía de la conectividad y necesitaban o dependían de una interfaz tipo PC para el tratamiento de la información y los mensajes al usuario, lo que dificultaba el desplazamiento mismo.

Con respecto a la tendencia del diseo y construccin de dispositivos que detectan obstculos, se encontr que el nmero de pruebas realizadas no era representativo, pero permita visualizar su posible efectividad. Los resultados eran satisfactorios y cada artculo reflejaba dificultades como el clculo medido de distancia sea horizontal (cintura para abajo) o vertical (cintura para arriba) que no eran exactas, comparado con la distancia real. Tambin expresaban que el tiempo de procesamiento de la informacin vs. el dar la respuesta sea de tipo alerta vibratoria o mensajes de alarma, era lento, esto significa que si el obstculo estaba muy cerca al usuario cuando el usuario reaccionaba frente a la alerta, ya se haba chocado con el obstculo y el otro inconveniente que algunos artculos expresaban, es que el clculo de la distancia usuario obstculo variaba si este (obstculo) no eran materiales que garantizaran un buen efecto *doppler* o de rebote de la seal sea a nivel ultrasnica o radiofrecuencia.

Con respecto a los proyectos o trabajos que usaron dispositivo de apoyo como las gafas, el chaleco, el sombrero, el dedo robot o la silla de ruedas, trabajos donde pretendían reemplazar el bastn, se percibe que eran unos prototipos robustos y levemente pesados para poder hacer un desplazamiento, adicionalmente no eran tan efectivos para las lateralidades derecha e izquierda, dada la forma natural que las personas se movilizan o caminan y en la que no es posible evitar los movimientos de la cabeza o balanceo de los brazos, a no ser que se garantice la inmovilidad del usuario, esto significa que su caminar sea rido, esto se visualizaba en los errores de la medicin al compararlos con la distancia real obstculo-usuario, en contraposicin de los proyectos que se enfocaron a la adaptacin del bastn, donde al sostener el mismo, evita los errores por balanceo.

En todos los artículos donde se presentó un prototipo se concluye que la efectividad de la medición dependía del material y del tipo de obstáculo, dado que había materiales y formas de obstáculo que generaban falsas señales que se traducían en falsas alarmas.

Con el diseño presentado en este proyecto, se garantizaría la posibilidad que el usuario pueda decidir si el desplazamiento lo hace con: bastón-pulsera-*bluetooth* (en este caso la pulsera sería para señales de prealarma y el *bluetooth* para señales de alarma), bastón-pulsera, bastón-*bluetooth*, pulsera - *bluetooth*, solo pulsera o solo *bluetooth*. Aunque en todos los casos, sí existe el módulo de electrónica y potencia bien sea que este ubicado en el bastón o en el cinto tipo reata. También se garantizaría no afectar el sentido de orientación y movilidad adquirida por la persona al no saturarlo bien sea con vibraciones o señales de alertas y, por último, aunque se pretende darle a la persona con discapacidad visual la mayor autonomía posible, el mejor diseño sería acoplarle al bastón la unidad electrónica para garantizar un correcto cálculo de distancia del obstáculo-usuario, que este módulo se comunique alámbricamente a una manilla ubicada en su mano para generar las señales de prealarma de marea táctil y de manera inalámbrica a través de *bluetooth* al sistema auditivo para las señales tipo alarma con diferenciadores de tono y en ningún motivo se generaría señales sea de prealarma o alarma tipo mensajes.

Referencias bibliográficas

- Correa, Á. (2017). El diseño en la ergonomía cognitiva. Recuperado de <http://www.ugr.es/~act/presentacion/Diseno.ErgonomiaCognitiva.AngelCorrea.2018.pdf>.
- Dunai, L., Lengua, I., Brusola, F. y Peris-Fajarnés, G. (2015). Diseño y desarrollo de un dispositivo acústico detector de obstáculos para personas con discapacidad visual. *Interciencia*, 40(12), 854-858.
- Kirby, F. y Quintana, L. (2018). *Estudio de impacto de los dispositivos electrónicos que faciliten la movilidad de personas con discapacidad visual en la ciudad de Medellín*. Medellín: Grintec-FUMC.
- López, G. (2018). *Requisitos de orientación y movilidad*.
- Meroño Fuentes, C. (2005). Ayudas técnicas para personas ciegas y

deficientes visuales. Recuperado de <https://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2000/10-2000.pdf> .

Rivero, E. (21 de mayo de 2013). *Software* para entrenar el oído de las personas con discapacidad visual. Unocero. Recuperado de <https://bit.ly/2ORGk17>.

Sáenz, M. y Sánchez, J. (2008). Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles. *Anales de la Universidad Metropolitana*, 8(2), 47-66. Recuperado de <https://bit.ly/3fVT42x> Terven Salinas, J., Salas, J. y Raducanu, B. (2013). Estado del arte en sistemas de visión artificial para personas invidentes. *Komputer Sapiens*, 1(1), 20-25. Recuperado de <http://refbase.cvc.uab.es/files/TSR2013a.pdf>.

Capítulo 6

Bases para el diseño de una estrategia de comunicación pública y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación. Caso Panamá¹

Bases for the design of a public communication strategy and appropriation of information and communication technologies. Panama case

Carlos Augusto Arboleda Jaramillo², Lina Maryuri Rivera Henao³, Sidia Moreno Rojas⁴, Elkin Olaguer Pérez Sánchez⁵, Claudia Milena Arias Arciniegas⁶, Jazmín Andrea Gallego Castaño⁷

Resumen

Las TIC son un elemento primordial en la mayoría de las actividades de los seres humanos, no solo en el ámbito industrial o laboral, sino también en el social, por lo tanto, las ciudades deben concentrarse en la formulación de políticas públicas de inclusión digital tendientes a mejorar el uso las TIC. Una comparación de los métodos de medición del uso de las TIC desde un enfoque social en Antioquia, con lo que se ha avanzado en Ciudad de Panamá, permitió identificar la necesidad de implementar una estrategia para la comunicación pública y comunitaria mediante la utilización de las TIC, alineada con las tendencias globales y la participación ciudadana, para contar con una administración pública garante de procesos transversales y

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Apropiación de tecnologías sociales: una estrategia de medición de la innovación social en Antioquia* y realizado entre investigadores de la Universidad de Medellín, Fundación Católica del Norte, Colegio Mayor de Antioquia y la Corporación Universitaria Americana.

² Administrador, especialista en Gerencia, especialista en Gerencia de Proyectos, magíster en Ciencias Administrativas y doctorando en Administración. Docente Investigador de la Corporación Universitaria Americana. E-mail: caarboleda@americana.edu.co

³ Contadora pública, especialista en Finanzas Empresariales, magíster en Administración, MBA. Gerente Logística y Transporte XC. E-mail: linarivera2@gmail.com

⁴ Licenciada en Ingeniería de Sistemas Computacionales, magíster en Formulación y Administración de Proyectos de Desarrollo y doctora en Ingeniería de Proyectos. Investigadora de la Universidad Tecnológica de Panamá. E-mail: sidia.moreno@utp.ac.pa.

⁵ Licenciado en Pedagogía Reeducativa, especialista en Docencia Universitaria, magíster en Administración, magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación y Ph. D. en Administración. Coordinador de la Maestría en Innovación de la Universidad de Medellín. E-mail: coperez@udem.edu.co

⁶ Administradora de negocios, especialista en Alta Gerencia, magíster en Administración, MBA, estudiante del Doctorado en Estudios Organizacionales. Docente investigadora Fundación Universitaria Católica del Norte. E-mail: cmarias@ucn.edu.co

⁷ Profesional en Planeación y Desarrollo Social. Docente y líder Laboratorio de Innovación Social de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. E-mail: jazmin.gallego@colmayor.edu.co.

transparentes con herramientas apropiadas para la interacción efectiva de la sociedad con el Estado. La estrategia por implementar debe conducir a la dimensión o capacidad lógica estructurada para que pueda y deba producir decisiones centradas y comprometidas colectivamente, a través de la participación ciudadana. Se requiere de modelos de interacción productiva y de sus servicios expertos para generar un orden en el cual los comportamientos orientados hacia la sostenibilidad, competitividad e inclusión digital sean recompensados, y aquellos que vayan en prejuicio de la comunidad que se desea construir, sean corregidos.

Palabras clave: Tecnologías de la información y de la Comunicación (TIC), inclusión digital, participación ciudadana.

Introducción

Como indica Susana Finquelievich (2002), las redes electrónicas comunitarias, o redes ciudadanas soportadas por TIC son un tipo de experiencia urbana que se está implementando en forma creciente. Estos sistemas están concebidos para promover y estimular la comunicación, la cooperación, la participación y el intercambio de información, experiencias, bienes y servicios entre ciudadanos y los actores públicos y privados de una comunidad (p, 6). Las TIC se utilizan en estos casos para apoyar a las organizaciones comunitarias en sus esfuerzos hacia el desarrollo social y económico de sus poblaciones objetivo. Esto, a su vez, da lugar a lo que los anglosajones denominan *Community Informatics*, informática comunitaria (IC): una estrategia tecnológica que aúna los esfuerzos en pro de un desarrollo económico y social comunitario con las oportunidades emergentes en áreas como comercio electrónico, uso de telecentros y redes cívicas, la democracia electrónica y la participación pública en línea, además de comunidades centradas alrededor de la autoayuda, la salud mental, actividades culturales, ambientales y otras. En síntesis, la IC consiste en el estudio de las aplicaciones de TIC dentro de las acciones de las organizaciones comunitarias para el logro de sus objetivos sociales, económicos, políticos o culturales (Gurstein, 1999, p. 89).

La masificación y efectivo aprovechamiento de las TIC como herramientas fundamentales para el desarrollo de territorios, acceso a la salud, a la educación, a la seguridad y al bienestar social; debe ser parte de las políticas públicas

en nuestros países. En la práctica, estas juegan un papel fundamental en la evolución de los entornos hacia espacios sostenibles, cómodos, interactivos e intercomunicados para mejorar la calidad de vida de las personas en sus comunidades.

Dentro de este contexto, Gurstein (1999) identifica siete niveles de acceso y aplicación de las TIC: gobernabilidad/políticas, educación/facilitación social, proveedores de servicios informáticos e internet, contenidos/servicios, herramientas de *software*, instrumentos, y facilidades de transmisión. En estos niveles están incluidos el acceso técnico (conexiones telefónicas y computadores), acceso económico (los costos de uso y mantenimiento de los sistemas), acceso social (barreras culturales, educativas y sociales que limitan el uso de los sistemas) y acceso físico (para los individuos con capacidades especiales). El desarrollo humano tiene sentido si consideramos al ser humano como un organismo que está en un contacto permanente con su medio ambiente social. Según el enfoque gestáltico, el proceso de contacto debe ser un proceso de ajuste creador que permita la evolución dinámica de la zona de contacto. Desde un punto de vista individual esto significa una relación “sana” de la persona con el medio ambiente (las otras personas y las instituciones donde se ve inmersa). Desde un punto de vista social esto significa la existencia de instituciones que tienen su razón de ser en el desarrollo de las personas.

Para cualquier ciudad es importante establecer un vínculo sólido entre el desarrollo humano, la educación y la responsabilidad social. Un desarrollo humano desconectado de estos otros puntos puede transformarse en un desarrollo individualista, accesible solo a unos pocos y que a la larga fomenta un modelo de sociedad donde cada uno vela por sus intereses personales. En este sentido es fundamental considerar la conexión y la participación entre las personas y sus realidades sociales cercanas como un factor esencial del desarrollo humano. Abriendo los espacios de participación adecuados la sociedad se transforma en una gran escuela, donde cada uno puede experimentar ese “aquí y ahora” que lo conecta con los otros.

Es importante que los gobiernos de Latinoamérica se concienticen de que la idea de gobierno abierto va mucho más allá de que los ciudadanos usen las TIC para interactuar con el Estado, que la información que producen las entidades del Estado no debe permanecer anclada a estas entidades y que

por el contrario existe un movimiento a nivel mundial como el de *OPEN DATA* que reconoce el valor de la información pública y su potencial para el desarrollo económico de los países que la adoptan.

En Latinoamérica, los gobiernos se han concentrado más que todo en la idea de promover la iniciativa de Gobierno Abierto y sus tres pilares por medio de políticas que incentivan el acceso por internet a los servicios del Estado. La meta del proyecto de Gobierno en línea consiste en lograr que cada ciudadano y empresa utilicen las tecnologías para interactuar con el Estado y así cumplir la meta propuesta inicial y en un contexto más amplio, construir un Estado más eficiente, transparente y participativo por medio del uso y aprovechamiento de las TIC. Contar con lineamientos de política para la planificación estratégica del desarrollo de un territorio sea urbano o rural; que tome en cuenta cómo las decisiones de los actores sociales pueden ser mutuamente beneficiosas, propiciará la creación de contextos en los cuales los conflictos sociales podrán ser dirimidos constructivamente.

En el proceso de interacción de investigadores y asesores de Medellín con la Alcaldía de Ciudad de Panamá, se identificó la necesidad de implementar una estrategia municipal de accesibilidad de la población a los temas de ciudadanía y desarrollo a través de las TIC por lo que el 15 de enero del año 2018, el Municipio de Panamá suscribió una carta de intención con la Red de Innovación Social desde la Educación Superior (RISES), de Medellín, con el objeto de desarrollar acciones conjuntas para fortalecer el sistema de participación ciudadana, la cohesión social y la transparencia. Para tales efectos, se hizo énfasis en el rol que debe jugar la Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental en Panamá (AIG), entidad responsable de la modernización del Estado mediante el uso de las TIC. Su misión es modernizar la gestión pública panameña para mejorar la eficiencia y competitividad del país (AIG, 2009).

Desarrollo

El enfoque

El reto de la construcción colectiva de un Estado más eficiente, transparente y participativo conlleva que el ejercicio de la gobernanza y la gobernabilidad sea eficaz. Hasta hoy, no existe un consenso internacional

en torno al concepto de “gobernanza”, este término es empleado en la bibliografía latinoamericana bajo los términos “gubernancia”, “*governance*” y “*governance*”, es un concepto que se ha ido desarrollando en las últimas tres décadas y ha cobrado relevancia desde 1990, es un concepto asociado con un gran número de proyectos de investigación promovidos por entidades y organismos internacionales como lo son:

- El Banco Mundial
- El PNUD
- Las Naciones Unidas a través de HABITAD
- El Instituto de Gobernanza
- El Inter-American Dialogue
- El Centro de Investigación en Desarrollo Global.

El término *Governance* suele traducirse al español como gobernación, gubernancia o gobernanza, este último aceptado por la Real Academia Española. El concepto de gobernanza, en un primer momento, se empleó para referirse al liderazgo efectuado por parte del gobierno y sus diferentes estamentos, pero posteriormente se trasladó para hacer referencia a un gobierno más incluyente, menos jerárquico, más descentralizado y con gran sentido y orientación pluralista, que permitiera la participación de la sociedad civil, de los movimientos sociales, de las asociaciones ciudadanas, de las ONG y de la iniciativa privada en la formulación, implementación y evaluación de las políticas públicas y finalmente al ejercicio de Gobierno. En los diferentes proyectos de investigación se emplea el término gobernanza con significados variados, pero la gran mayoría lo relacionan con el ámbito de la toma de decisiones y con el arte de manejar las sociedades y las organizaciones (formas de gobierno), influido en gran medida con el ascenso de la nueva gestión pública (buen gobierno) y el cambio de paradigma en la administración pública; de igual forma, se desarrolla como elemento o proceso vinculante y de interacción entre la sociedad civil, el Estado (Gobierno) y el mercado (iniciativa privada), pero para el caso latinoamericano el debate en torno al concepto de gobernanza generalmente está inscrito en uno más amplio, el de gobernabilidad (*governability*), pero en ambos casos, independiente de su matiz, siempre hacen referencia al fenómeno de la “democracia” y a la “promoción del desarrollo sustentable”.

El término gobernanza, considerado como un componente de

la gobernabilidad democrática, puede ser estudiado de maneras multidisciplinares (sociología, política, economía, psicología social entre otros), ya que se relaciona, estudia y desarrolla aspectos referentes a:

- El medio ambiente.
- La democracia ciudadanía (el ciudadano y la ciudadanía y los cambios en la democracia representativa).
- El desarrollo local y territorial.
- La apertura de mercados e integración económica.
- La lucha contra la pobreza y la distribución equitativa del capital social.
- La lucha contra la corrupción y la transparencia en la administración pública.
- La integración política, social y económica.
- El nuevo papel del gobierno y las reformas en el servicio público.
- La rendición de cuentas, entre otros.

Entre los principios más importantes aplicados para la mejora de la gobernanza se encuentran:

- La participación
- La transparencia
- La responsabilidad
- La equidad
- La eficiencia
- Subsidiaridad.

Según la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación:

La gobernabilidad es el ejercicio de la autoridad política, económica y administrativa en la gestión de los asuntos del mundo o de un país determinado en todos los planos. La gobernabilidad es una noción que abarca los complejos mecanismos, recursos, procesos e instituciones mediante los cuales los ciudadanos y ciudadanas, las entidades jurídicas, los hombres y las mujeres, así como los grupos sociales expresan sus intereses, negocian sus diferencias y ejercen sus derechos y obligaciones jurídicos. La gobernabilidad incluye al Estado, pero lo trasciende, al tomar en cuenta al sector privado, la sociedad civil y las organizaciones internacionales en un proceso de desarrollo global a nivel local, regional, nacional y mundial.

El concepto de gobernabilidad es empleado para hacer referencia a una de las cualidades atribuibles al Gobierno, la cual requería de un mínimo de aceptación y obediencia por parte de los ciudadanos, cualidad que entró en crisis ante la pérdida de efectividad, eficacia y eficiencia en las respuestas por parte del poder estatal a las crecientes y excesivas demandas de los ciudadanos y los grupos sociales, esto sumado a otros problemas visibles en las formas de gobierno y la incapacidad de los gobernantes que conllevó a desigualdades de poder, riqueza, conocimiento, bienestar, riqueza y privilegio debido a su incompetencia política y económica, todos estos entre muchos otros son hechos y acontecimientos que le restaron legitimidad a la tradicional forma de gobierno pero que coadyuvaron a impulsar y consolidar el Fenómeno de la gobernanza en las regiones.

Gobernanza, gobernabilidad y buen gobierno, desde el punto de vista de la cooperación internacional, son conceptos que definen nuevas prácticas de acción colectiva, nuevas formas de acción pública que ya no están basadas en la dominación o en la violencia legítima sino en la negociación y la asociación, en principios éticos y morales o en prácticas que se producen en paralelo con las instituciones clásicas. Bien sea enfatizando la relación que existe entre los derechos humanos, la democracia y la reducción de la pobreza (Unión Europea), priorizando el rendimiento de las instituciones públicas (Banco Mundial), buscando las causas institucionales y estructurales que impiden la reducción de la pobreza (Department For Internacional Development, DFID), o bien actuando prioritariamente sobre la estabilidad de los gobiernos; lo cierto es que este sector tan amplio recoge enfoques muy diversos.

El enfoque tradicional diría que un sistema político tiene un déficit de gobernabilidad cuando se produce una falta de confianza de los ciudadanos y de los mercados internacionales en las instituciones públicas debido a un mal rendimiento de las mismas. De aquí se deriva un creciente interés por la transparencia y por la *accountability* (responsabilidad) en el sector público. De este tronco central surgen diferentes variantes: la gobernabilidad como la habilidad de los gobiernos para convertir las demandas individuales en acción colectiva o en políticas públicas mediante mecanismos de constitución de coaliciones; la negociación de intereses ciudadanos o agrupaciones que forman parte del sistema político; o bien con un mayor enfoque en los valores, las pautas y organizaciones; así como, las reglas de acción de los gobiernos enfatizando los compromisos compartidos y priorizando aspectos

como la formación, gestión y mantenimiento de coaliciones gubernamentales coherentes y sustentadas en un programa político común que va más allá de los aspectos políticos y electorales. Es importante resaltar que la función vinculante y de interacción mencionada anteriormente, solo es posible de lograr a partir de la construcción y la consolidación de políticas públicas sectoriales, territoriales y locales; pero para que estas políticas públicas surtan el efecto esperado es labor del Estado garantizar el acceso a la información y su debida gestión como uno de los requisitos esenciales de la gobernanza; ya que solo se puede compartir el poder de manera honesta y responsable si existe un intercambio de información pluralista entre las instituciones, los órganos de control y todas las partes involucradas en dicha gestión; dentro de este contexto, las TIC, se convierten en un aliado estratégico que permiten impulsar el desarrollo de políticas de transparencia, la libertad de la información, la accesibilidad y la participación ciudadana; en un espacio donde las tecnologías y la legislación vayan acordes y ajustadas a cada contexto, tiempo, realidad social y a la gran diversidad y homogeneidad de actores que allí interviene.

Las TIC están ya modificando profundamente la economía en todas sus etapas y dando lugar a nuevas formas de relaciones sociales (los métodos y las relaciones del trabajo, la organización de las empresas, los objetivos de la educación y la formación, las estructuras de las administraciones públicas, entre otras), ya que han desembocado en un nuevo sistema social en el que la información y el conocimiento desempeñan el papel central. El funcionamiento de la economía o la calidad de las relaciones entre los gobiernos y los ciudadanos en el siglo XXI dependen, en un alto grado, del uso intensivo y adecuado de la información y el conocimiento. Según este enfoque, los esfuerzos de los gobiernos nacionales deben concentrarse en la formulación de políticas públicas y estrategias de inclusión digital tendientes a mejorar el acceso y el uso de la información y el conocimiento. Urge entonces contar con una política doméstica acorde con las tendencias y necesidades globales y con una administración pública garante de los procesos transversales y transparentes, con herramientas facilitadoras para la interacción gobierno-ciudadano, como por ejemplo las ventanillas únicas de contratación, los portales interactivos y transaccionales, la iniciativa de Gobierno en Línea territorial y la urna de cristal, entre otras. La necesidad de formular políticas y estrategias de inclusión digital ha llevado, por ejemplo, a reformular la manera como la administración tradicionalmente ha implementado las normas vigentes en TIC, en su conexión diaria con los ciudadanos.

Las TIC han logrado permear las decisiones de las órbitas nacionales, llevando a los gobiernos a legitimar sus estrategias y políticas en esferas más allá de sus fronteras, como son los escenarios públicos en organismos multilaterales (European Review of Public Law, 2006). En la opinión de Auby (2007), “la internacionalización del Derecho público doméstico consiste en la penetración, incidencia e influencia cada vez mayor de las reglas y normas externas en la política doméstica de un país determinado”. Hoy son más las iniciativas parlamentarias y legislativas las que responden en alto grado al ordenamiento global en materia de gobernanza, gobiernos electrónicos, transparencia en la administración pública, presupuestos participativos digitales, los que redundan finalmente en un giro en torno al ciudadano de cara a un bienestar social y democrático que sirva de facilitador en la forma como se hace y se implementa masivamente una política nacional. En contraste, para otros menos abiertos a los desarrollos supranacionales, la creciente globalización del derecho público limitaría la legitimidad de la democracia y la credibilidad de las decisiones de política tomadas dentro de una nación. La explicación a esta postura se fundamentaría en la supuesta falta de respuesta a los intereses reales de los ciudadanos y la incapacidad de los parlamentos y gobiernos nacionales para cubrir las preferencias particulares de sus electores.

Entre tanto, en un nivel netamente internacional ya no es tan fácil ver cómo los Estados invocan su autoridad, normas y disposiciones para hacer conocer y defender sus políticas internas. Por el contrario, las jerarquías estatales encaminadas a gestar acuerdos y declaraciones globales en temáticas como las de gobernanza y el desarrollo a través de nuevas tecnologías, pueden ser más convenientes al entender, dialogar y conciliar sobre principios y buenas prácticas ya establecidas. Teniendo en cuenta que ya no necesariamente los más grandes y ricos son los únicos países en implementar e invertir de manera asertiva en proyectos de gran impacto y con mérito de ser replicables en gran escala en medio de otros escenarios. Pese a lo anterior, aún no es claro el beneficio o pérdida que implica a un Estado o actor internacional delegar e imponer hacia arriba o hacia abajo sus políticas, visto ello, en una esfera global e interdependiente, dados los distintos escenarios a los que es expuesto. Mientras tanto, parece necesario preguntarse acerca de los desafíos de los territorios que han invertido en TIC para jalonar proyectos que generarían mayor desarrollo local, a pesar de no contar con políticas transversales en la materia, o sin una articulación en las decisiones y medidas

tendientes a generar un mayor bienestar social, visto así, nuestros países repetirían la historia, condenados a no mirar hacia el futuro.

Es en el marco de esta dinámica global surge la necesidad de formular proyectos piloto intensivos en estrategias de TIC. De allí que la tendencia a formular e idear ciudades virtuales de carácter piloto, ubicuas, digitales al estilo de las coreanas y chinas, por nombrar algunos estilos de ellas, se comience a propagar por América Latina y a discutir en escenarios académicos, multilaterales, económicos y políticos. En los últimos años, la gestión para el desarrollo se ha centrado en la redefinición de un modelo de ciudades tecnológicas o inteligentes que ofrezcan mejores oportunidades de acceso para los ciudadanos en un afán por suplir nuevas necesidades socioeconómicas y mejorar las condiciones políticas locales y de participación interactiva en la relación ciudadano-gobierno. De ahí que se haya considerado a estas ciudades como verdaderos motores y polos de iniciativas, estrategias y políticas incluyentes diseñadas para la efectiva implementación de las TIC en las distintas esferas de la sociedad. Lo que podría incluso legitimar esos vacíos democráticos vista desde la falta de articulación entre los distintos actores como también de la falta de legitimidad democrática de actores internacionales, al abrir canales de participación directa a la ciudadanía en la toma de decisiones administrativas (Auby, 2006, p.16).

El proceso

Esta investigación se efectúa a partir del proceso de investigación cualitativa, con el fin de comprender la experiencia en la implementación de la estrategia en TIC y sus casos de éxito en diferentes ciudades de Latinoamérica, logrando así recomendar a Ciudad de Panamá las bases para una estrategia más adecuada para la integración social y la agilidad en los procesos y trámites donde interactúan con los ciudadanos. Se realizó un análisis comparativo y estudio de casos para describir y explicar fenómenos políticos y sociales, asociados tradicionalmente con la investigación empírica en política comparada. Se logró encontrar las semejanzas entre varias definiciones y construir una nueva con aquellos datos más comunes y universales, tratando de describir y analizar científicamente, los hechos, e ideas, del pasado. Recogiendo datos y sistemas utilizados siguiendo un proceso dialéctico (movimiento y cambio) que rigen a todos los fenómenos de la naturaleza y de sociedad. De este modo el pasado sirvió para comprender mejor el presente e incluso proyectos futuros.

El objetivo de la investigación fue el de revelar la estructura sistemática, la invariante, que es verdad no solamente para los casos estudiados, sino también para la población en general. En otras palabras, la meta fue generalizar los hallazgos. La información que el Gobierno y las administraciones públicas tienen en su poder muchas veces pasa desapercibida para el resto de los ciudadanos. Mucha de esta información, una vez realizado el propósito por la que se creó, es almacenada, y no vuelve a utilizarse para otros usos. Sin embargo, la misma puede servir para otros proyectos, estudios, trabajos o cualquier otro requerimiento particular que tengamos y que no contravenga la normativa. Bajo este escenario, la reutilización de la información del sector público (RISP) es concebida como el uso, por parte de personas naturales o jurídicas, de la información generada por las entidades del sector público, con fines comerciales o no comerciales.

La estrategia dentro del marco de Gobierno Digital, debe tener un nuevo enfoque en donde no solo la ciudad, sino también los diferentes actores de la sociedad, son actores fundamentales para un desarrollo integral del Gobierno y en donde las necesidades y problemáticas del contexto determinan el uso de la tecnología y la forma como esta puede aportar en la generación de valor público. El objetivo de la política de Gobierno Digital es el siguiente: “promover el uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones para consolidar una ciudad competitiva, proactiva e innovadora, que genere valor público en un entorno de confianza digital”. Las características han de ser comprendidas a partir de las siguientes explicaciones:

Competitiva

- Entidades idóneas, preparadas y con alta calidad en sus procesos y en la implementación de políticas.
- Ciudadanos que tienen capacidades y recursos efectivos, ágiles y fáciles de usar para interactuar con el Estado a través de los medios digitales.

Proactiva

- Entidades que se anticipan; son previsoras, mitigan riesgos y realizan seguimiento a las nuevas tecnologías o a las tecnologías emergentes para satisfacer sus necesidades y resolver problemáticas.
- Ciudadanos que participan en el diseño de trámites y servicios; políticas; normas; proyectos y en la toma de decisiones por medios digitales.

Innovadora

- Entidades que promueven la interacción y la colaboración entre diferentes actores para la generación de valor público usando medios digitales.
- Ciudadanos que ayudan a identificar y resolver problemáticas y necesidades comunes y participan en espacios de encuentro y colaboración con diferentes actores.

¿Y qué es la generación de valor público? Este es el fin último del uso de la tecnología en la relación del Estado y el ciudadano. El valor público se relaciona con el desarrollo social, la gobernanza, la garantía de derechos, la satisfacción de necesidades y la prestación de servicios de calidad. No sólo es hacer uso de las tecnologías, sino cómo las tecnologías ayudan a resolver problemas reales. Valor público también es lograr que el Estado llegue a donde no llega el mercado y posibilitar la creación de nuevos mercados. Por otro lado, la confianza digital es la principal característica del entorno en donde se relaciona el Estado con los ciudadanos y los demás actores del ecosistema digital. Este entorno debe ser sencillo, corresponsable, previsible y seguro. Debe permitir un diálogo permanente entre los actores del ecosistema y proporcionar medios digitales ágiles, sencillos y útiles para el ciudadano.

Componentes diferenciadores para la estrategia

Para la implementación de la política de Gobierno Digital, se han definido varios elementos que brindan orientaciones generales y específicas que deben ser acogidas por las entidades, a fin de alcanzar los propósitos de la política. Estos elementos son los siguientes:

- Los dos componentes TIC para el Estado y TIC para la sociedad son líneas de acción que orientan el desarrollo y la implementación de la política.
- Los tres habilitadores transversales como son arquitectura, seguridad y privacidad y, servicios ciudadanos digitales, son elementos de base que permiten el desarrollo de los componentes de la política, como se ha podido evidenciar en varios modelos latinoamericanos.

El esquema muestra una lógica de engranaje, sobre la base de tres elementos que posibilitan su funcionamiento, por ello, tanto los dos componentes como los tres habilitadores transversales, cuentan con lineamientos que

se desarrollan a través de estándares, guías, recomendaciones y buenas prácticas, que las entidades deben implementar con la finalidad de alcanzar los propósitos de la política de Gobierno Digital.

- TIC para el Estado: tiene como objetivo mejorar el funcionamiento de las entidades públicas y su relación con otras entidades públicas a través del uso de las TIC. Así mismo, busca fortalecer las competencias TI de los servidores públicos, como parte fundamental de la capacidad institucional.
- TIC para la sociedad: tiene como objetivo fortalecer la sociedad y su relación con el Estado en un entorno confiable que permita la apertura y el aprovechamiento de los datos públicos, la colaboración en el desarrollo de productos y servicios de valor público, el diseño conjunto de servicios, políticas y normas y la identificación de soluciones a problemáticas de interés común.
- Arquitectura: busca fortalecer las capacidades de gestión de TI de las entidades públicas, a través de la definición de lineamientos, estándares y mejores prácticas contenidos en el marco de referencia de arquitectura empresarial del Estado.
- Seguridad y privacidad: busca preservar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos de información de las entidades del Estado, garantizando su buen uso y la privacidad de los datos, a través de un modelo de seguridad y privacidad de la información.
- Servicios ciudadanos digitales: buscan facilitar y brindar un adecuado acceso a los servicios de la administración pública haciendo uso de medios digitales, para lograr la autenticación electrónica, interoperabilidad y carpeta ciudadana, esto será posible a través de la implementación del modelo de servicios ciudadanos digitales.

Las instituciones públicas utilizan gran parte de su presupuesto de TI para gastos recurrentes y muy poco para proyectos de inversión en TIC. Las instituciones gubernamentales deberían considerar una redistribución más apropiada de su presupuesto de TI, principalmente en vista de las inversiones necesarias para los proyectos de gobierno digital.

Dado el marco regulatorio y político vigente, y en cumplimiento del mismo, muchas entidades públicas en el ámbito nacional o territorial dedican

la mayoría de sus recursos a la implementación de la Estrategia del Gobierno en Línea, y no se enfocan en proveer apoyo para promulgar el cambio estratégico hacia el gobierno digital. Los CIO y los líderes de TI del gobierno necesitan poseer una visión amplia del contexto de su institución y territorio y colaborar estrechamente con la dirección de la institución, a fin de enfocarse en entregar valor público a través de iniciativas de TI. En algunos territorios y áreas rurales, la conectividad y la accesibilidad son aún un problema para las comunidades y las autoridades locales. Deben dedicarse recursos para fortalecer los esfuerzos relacionados con el acceso a la infraestructura y ser estratégicos en la promoción de los territorios y ciudades que están listas para beneficiarse del acceso a las tecnologías digitales. Los ciudadanos deberían estar equipados con capacidades de alfabetización y digitalización para poder comprometerse totalmente con el gobierno en el desarrollo de soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible de sus comunidades. En particular, los ciudadanos capacitados y empoderados pueden participar en el diseño y desarrollo de los servicios que le ofrece la ciudad, así como también contribuir con la comunidad y otros actores sociales a cocrear nuevos servicios, pueden colaborar en la formulación de políticas, proyectos y otro tipo de iniciativas que le impactan directamente.

Durante los últimos años, América Latina ha sido protagonista de un crecimiento acelerado en servicios de TIC para los gobiernos y ciudadanos, especialmente reflejado en el aumento de la penetración, inversión y despliegue de banda ancha fija y móvil en las grandes, medianas y pequeñas ciudades. Bajo esta perspectiva y positivo escenario regional de conectividad fija y móvil, se han llegado a gestar y consolidar importantes casos de ciudades digitales entendidas como aquellas que brindan a sus ciudadanos productos y servicios intensivos en TIC, con el fin de mejorar sus condiciones y calidad de vida, así como incidir en su entorno económico y cultural para optimizar su bienestar individual y general.

Acciones para la implementación de la estrategia

La estrategia debe concentrar en las siguientes acciones:

- Acceso individual y comunitario a banda ancha: dotando de banda ancha a más del 75 % de los establecimientos educativos. Facilitando el acceso a Internet para las comunidades rurales y desarrollando

infraestructura digital del sector público, convirtiéndola en una supercarretera digital.

- Fortalecimiento de los infocentros o infoplazas: la prioridad debe ser consolidar la red de infocentros o infoplazas a través de su sustentabilidad, promoción como centros proveedores de servicios, aumento de la disponibilidad horaria y realización de indicadores de cobertura digital.
- Incrementar el número de empresas y hogares conectados a internet, logrando la coordinación entre privados a efectos de alcanzar ofertas de conectividad atractivas para hogares de ingresos medios y microempresas, así como para trabajar en una regulación para la reducción de costos de acceso a internet y aumento de la conectividad a banda ancha en el país.

Es importante finalizar el escrito con las acciones para la alfabetización digital movilizando recursos de diversas fuentes así:

- Promoción de la escuela en línea: a través de dos programas: escuelas conectadas y la integración de TIC en prácticas curriculares, así como la construcción de una red de establecimientos modelos en gestión del conocimiento en TIC, impulsando la formación técnico profesional en TIC, e incorporando la adopción masiva de la factura electrónica por las pymes.
- Compromiso del sector privado: los gremios juegan papel determinante. Las empresas se deben comprometer a facturar electrónicamente. Por otra parte, se debe fomentar la utilización de internet para la simplificación y puesta en línea de trámites para empresas. Adicionalmente, crear una campaña agresiva de difusión y educación tributaria, apuntando a que los profesionales que hoy emiten facturas lo hagan directamente desde internet y, por tanto, no tengan que concurrir más a timbrar nuevas libretas.
- Un comité público-privado que estudiará la adecuación de los instrumentos de fomento para promover el uso de las TIC en toda la ciudad, desde el sector privado tanto para proyectos de alto impacto como para problemas comunes de *cluster* empresariales.
- Utilización de los medios de pago por vía electrónica: se introdujeron normativas para facilitar el desarrollo de estos mecanismos de pago, basadas en las recomendaciones hechas por una comisión público-

- privada que se constituiría para tales efectos.
- Nuevo impulso al Portal de Pagos del Estado, incorporando a la totalidad de la banca disponible, así como otros medios de pago de uso de la población no bancarizada.
 - Proyecto de ventanilla electrónica de comercio exterior: permitiendo a todas las empresas realizar todos sus trámites de modo electrónico a través de internet, para todo tipo de mercancías.
 - Implementar y conceder incentivos tributarios para la inversión en TIC, a las empresas e inversionistas, trabajar proyectos de *cluster* sectoriales con una política de incorporación de tecnología basada en buenas prácticas e intensiva capacitación.
 - Contar con canales de financiamiento: un presupuesto anual, que proviene del presupuesto municipal, y un fondo especial para proyectos de más largo plazo, a través del cual se puedan obtener donaciones, así como créditos de instituciones y organismos públicos y privados, nacionales e internacionales adicionales a los previstos por el municipio.
 - Apostarle a la promoción y masificación de la conectividad y, con ella, a la generación y desarrollo de nuevos contenidos digitales a precios accesibles, entre quienes perciben menores ingresos. Capacitar en el uso de las nuevas tecnologías de la información y difusión del conocimiento a las familias menos favorecidas y en la generación de contenidos vía internet en apoyo a sus particulares necesidades de educación, cultura, salud y desarrollo económico.

Conclusiones

A la hora de diseñar una estrategia para la implementación de las TIC para la comunicación pública y participación ciudadana, es indispensable incluir la misión, visión y objetivos que se pretenden alcanzar. En ese escenario el impulso a la innovación es vital.

La construcción de las ciudades inteligentes solamente se entiende en un contexto de sociedad democrática y participativa, por lo que el empoderamiento de la población constituye un derecho propio y no atribuido. Por lo cual, no consiste únicamente en llevar a cabo un despliegue de instalaciones electrónicas, con los altos costos que conlleva, aunque puedan facilitar la obtención de una información válida, objetiva y en tiempo real;

sino en su capacidad de identificar, de manera participativa las necesidades de la población y encontrar colectivamente respuestas adecuadas y eficientes para atenderlas. Lo anterior conlleva la necesidad de implantar un modelo de gobernanza, mediante plataformas y proyectos inteligentes, que albergue y posibilite la comunicación e interacción entre la ciudadanía, las instituciones públicas, empresas y organizaciones sociales.

El desarrollo de la ciudad inteligente resultará más viable si se sustenta y encauza a través de las organizaciones de la ciudadanía, es decir, las instituciones públicas y privadas, empresas, asociaciones, organizaciones no gubernamentales, etc. Ello demanda aumentar el nivel de organización e influencia de la denominada sociedad civil.

Referencias bibliográficas

Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental -AIG. (2009). Acerca de la AIG. Recuperado de <http://www.innovacion.gob.pa/acercade>.

Bron, M. (Comp.) (2015). *Open data: miradas y perspectivas de los datos abiertos*. La Rioja: Universidad Nacional de la Rioja.

Callón, M. (1993). Variety and Irreversibility in Networks of Technique Conception and Adoption. En D. Foray y C. Freeman (Eds.), *Technology and the Wealth of Nations: The Dynamics of Constructed Advantage* (pp. 232-268). Londres: Pinter.

Castells, M. y Himanen, P. (2002). *El estado del bienestar y la sociedad de la información. El modelo finlandés*. Madrid: Alianza.

Dewey, J. (2003). *Viejo y nuevo individualismo*. Barcelona: Paidós.

Estrategia y Negocios. (2017). ¿Está cerca Panamá de convertirse en una “Smart City”? Recuperado de <https://bit.ly/3fV8GDv>.

Finquelievich, S. (2002). *Ciudadanos a la red, los vínculos sociales en el ciberespacio*. Buenos Aires: Ciccus.

Gurstein, M. (1999). *Community Informatics: Enabling Communities with*

Information and Communications Technologies. Pensilvania: Idea Group Publishing.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE. (2018). Revisión del gobierno digital en Colombia. Hacia un sector público impulsado por el ciudadano. Recuperado de <https://bit.ly/2Buq7vU>.

Pawley, M. (1997). Towards a digital urbanism. *Telepolis*.

Rodríguez, R. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. *Profesorado*, 15(1), 9-22.

Schuler, D. (1996). *New Community Networks*. Massachusetts: Addison Wesley.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.

Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods*. Los Ángeles: Sage.

Capítulo 7

Tendencias tecnológicas y análisis de mercado en ecoinnovación¹

Technological trends and market analysis in ecoInnovation

Melissa Palacio Mazo², Camilo Patiño-Vanegas³, León Alejandro López Barrera⁴,
Alejandro Valencia Arias⁵, Juan Pablo Mejía-Ordoñez⁶

Resumen

El desarrollo de proyectos y metodologías sostenibles se vuelve un reto para el sector de la construcción, por lo anterior, la ecoinnovación juega un papel muy importante, pues es entendida como la relación sinérgica entre los conceptos de sostenibilidad e innovación, considerados como motores económicos cruciales en la fijación de la posición competitiva de las empresas. Esta ponencia tiene como objetivo explorar las tendencias tecnológicas y análisis de mercado en ecoinnovación. La metodología es de corte exploratorio a partir de un análisis documental de información arrojada por la herramienta Orbit Intelligent. Se describen las subcategorías y los términos más relevantes de cada tendencia. Con la información encontrada se realizó un análisis de segmentación y caracterización de las patentes que dieron lugar a cinco tendencias como lo son: la maquinaria, químicos, medio ambiente, materiales e ingeniería civil. Posteriormente, se realiza un análisis del comportamiento del comercio local e internacional respecto a los países líderes en la exportación de productos y materiales en cada una de las tendencias. Este ejercicio es aplicado desde el Observatorio de Complejidad Económica que se caracteriza por ser una herramienta líder mundial que

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Ecoinnovación en el sector constructor: análisis a través de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para un aporte al desarrollo sostenible* realizado entre agosto 2018 y mayo 2019.

² Administrador tecnológico. Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: melissapalacio187694@itm.edu.co.

³ Ingeniero en telecomunicaciones, magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: juanpatino@itm.edu.co.

⁴ Administrador tecnológico. Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: leonlopez189873@correo.itm.edu.co

⁵ Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones, magíster en Ingeniería de Sistemas. Corporación Universitaria Americana, sede Medellín. E-mail: jvalencia@americana.edu.co

⁶ Ingeniero administrador, magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional. Institución Universitaria Escolme. E-mail: cies4@escolme.edu.co.

funciona como motor de visualización del comercio internacional. Entre los resultados obtenidos se plantean las tendencias tecnológicas seleccionadas y se resaltan los mercados que tienen un rol importante en el comercio a nivel internacional, identificando los países líderes en producción científica y tecnológica respecto a su nivel de exportación de productos o materiales como lo son la maquinaria, los químicos, y materiales de construcción.

Palabras clave: ecoinnovación, tendencias, análisis de mercado.

Introducción

El sector construcción está conformado por el conjunto de actividades productivas relacionadas con el proceso de la construcción, incluyendo toda la producción de materias primas relacionadas (Chávez *et al.*, 2000). Al sector de la construcción se lo considera como uno de los mayores empleadores a nivel mundial, y esto se debe a que existe una cantidad amplia de empresas que se dedican tanto a actividades de construcción, como a actividades relacionadas con esta (Vergara, 2017). Además, este sector es de gran importancia, pues es quien se encarga de la creación de infraestructura de vivienda, transporte, instalaciones sanitarias, entre otros proyectos, en los que se gesta la cultura y el crecimiento económico de la humanidad (Acevedo, Vásquez y Ramírez, 2012). Sin embargo, la construcción consume muchos recursos naturales, económicos y tiene gran incidencia social. En la actualidad su actividad consume un 30 % de los recursos extraídos de la tierra y la energía, y en consecuencia genera el 30 % de los gases de efecto invernadero y residuos sólidos del mundo (EEA, 2014). Este impacto debería suponer una gran responsabilidad para los profesionales y gobiernos que toman cada día las decisiones de diseño e inversión en la construcción, y su máxima eficiencia debería estar muy presente entre los objetivos (Valdivieso, 2016).

Es por lo anterior, que el desarrollo de proyectos y metodologías sostenibles se vuelve un reto para este sector, en el cual la ecoinnovación juega un papel muy importante, pues es entendida como la relación sinérgica entre los conceptos de sostenibilidad e innovación, que son considerados motores económicos cruciales en la fijación de la posición competitiva de las empresas (Segarra-Oña, Peiró-Signes, Miret-Pastor y Albors-Garrigós, 2011). La ecoinnovación es la producción, la asimilación o la explotación de

un producto, proceso de producción, servicio o método de gestión o negocio que es nuevo para la organización y que implica, a lo largo de su ciclo de vida, una reducción de los riesgos ambientales, de la contaminación y de otros impactos negativos en el uso de los recursos (incluida la energía) en comparación con las alternativas correspondientes (Kemp y Pearson, 2008). La ecoinnovación es de gran importancia pues permite aumentar el valor añadido para los productores y los consumidores, reduciendo al mismo tiempo impactos ambientales (Pujari, 2006). Por otra parte, la ecoinnovación genera nuevos mercados para los productos ambientalmente benignos (Beise y Rennings, 2005).

En este orden de ideas, es importante conocer cuál es el camino a seguir dentro de la innovación, por lo que el análisis de tendencias tecnológicas juega un papel importante para lograrlo. Este tipo de análisis permite identificar evoluciones y novedades a partir del análisis de tendencias, tanto en procesos como en productos, para determinar ventajas o retos, y cuyos resultados soporten adecuadamente los proyectos e investigaciones. El análisis de tendencias permite organizar, cuantificar, procesar y disponer de la información como elemento útil hacia el desarrollo de innovaciones. El comportamiento de la información (tendencias) permite tomar decisiones estratégicas ante las vulnerabilidades, amenazas y oportunidades (Castellanos, Fúquene y Ramírez, 2011). Es importante mencionar que el análisis de tendencias tecnológicas debe ser complementada con elementos del circuito informativo del sistema empresarial integrado por: el entorno social, político y económico, el país donde están ubicadas, las relaciones internacionales, y el desarrollo tecnológico. En un contexto más específico están los clientes, los proveedores, la competencia, las entidades regulatorias, los distribuidores y los entes que ofrecen financiamiento (Orozco, 2001).

Habitualmente, una tendencia está asociada técnicamente al análisis de mercado, con el objetivo de detectar y medir el comportamiento del precio y así determinar acciones de compraventa para participar en él. Es por esto, que el análisis de tendencias de mercadeo también está relacionado con saber el camino a seguir para la implementación de una innovación, pues ayuda a tener mayor claridad sobre la viabilidad de una decisión y también a saber a qué mercados se pueden expandir. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar las tendencias tecnológicas y análisis de mercado en ecoinnovación, lo cual se presenta en los resultados.

Metodología

Para la identificación de las tendencias tecnológicas y el análisis de mercado, se realizó una investigación de tipo descriptivo para descubrir los enfoques más relevantes en el tema. Este procedimiento se desarrolló en la herramienta Orbit Intelligent a través de los datos encontrados desde la estructuración de la siguiente ecuación de búsqueda; que arrojó 792 resultados.

(INNOVATION AND SUSTAINABILITY AND (CONSTRUCTION OR BUILD+) AND (MATERIAL+ OR COMPONENT+))/TI/AB/DESC/ODES AND APD >= 2011-01-02

A partir de los datos encontrados, se hace un análisis de segmentación y caracterización de las patentes (OMPI, 1971) que dieron lugar a cinco tendencias como lo son: la maquinaria, químicos, medio ambiente, materiales e ingeniería civil. Además, se describen las subcategorías y los términos más relevantes de cada tendencia. Posteriormente, se realiza un análisis del comportamiento del comercio local e internacional respecto a los países líderes en la exportación de productos y materiales en cada una de las tendencias. Este ejercicio es aplicado desde el Observatorio de Complejidad Económica que se caracteriza por ser una herramienta líder mundial que funciona como motor de visualización del comercio internacional.

Resultados

Tendencias tecnológicas

Para realizar el análisis de las tendencias tecnológicas se realizó la segmentación de cinco tendencias que se destacan en el tema: maquinaria, químicos, medio ambiente, materiales e ingeniería civil, cada una con enfoques diferentes pero muy relacionados a la ecoinnovación para el sector constructor. Dichas tendencias se obtienen de realizar un análisis minucioso de toda la información obtenida en base de datos de patentes generada de Orbit, profundizando en cada uno de los registros hasta obtener la segmentación deseada que se relaciona estrechamente con el tema de ecoinnovación. Por tanto, en la figura 32 se relaciona la tendencia enfocada a las patentes con maquinaria.



Figura 32. Tendencia maquinaria

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

En la tabla 1 se describen términos relevantes de cada tendencia que son destacados en cada registro de patentes y clave para el análisis del enfoque maquinaria. En general esta segmentación trata de varias patentes que utilizan maquinaria para realizar construcciones orientadas a proteger el medio ambiente.

Tabla 1. Descripción de componentes del mapa de tendencias: maquinaria

Tendencia	Descripción
Bloque de carretera	Bloque con una mayor sostenibilidad permeable al agua de lluvia.
Carretera solar	Creación de la autosuficiencia externa de la energía eléctrica.
Método	Tecnología de la construcción, utilización de recursos especiales, tecnología amigable con el medio ambiente.
Productor de energía	Energía limpia, renovable, no radiactiva con cero emisiones y pocas piezas móviles, instaladas a una huella reducida.

Fuente: elaboración propia.

Se encuentra como tendencia las patentes con conceptos relacionados con maquinaria, de las cuales se analizan registros relevantes destacando los enfoques en método, carretera solar, bloque de carretera y productor de energía. La patente titulada *Bloqueo de carretera, una estructura de pavimentación y su método de construcción* trata de un bloque de carretera con una mayor sostenibilidad permeable al agua de lluvia mediante una mejora de la eficiencia de descarga de los contaminantes, incluido el material particulado y el material en polvo, una estructura de pavimento de la carretera y sus métodos de construcción (Kyoung, 2015).

En este segmento de patentes se evidencia interés en el tema de la construcción y la implementación de maquinarias sostenibles con el medio ambiente (ver figura 33).



Figura 33. Tendencia químicos

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

En la tabla 2 se puntualizan los conceptos que sobresalen en los registros de las patentes analizadas para la tendencia químicos, los cuales generan un valor para analizar y comprender la relación de la tendencia con el tema ecoinnovación.

Tabla 2. Descripción de componentes del mapa de tendencias: químicos

Tendencia	Descripción
Método	Tecnología de la construcción, utilización de recursos especiales, campo del aislamiento energético, envase de líquidos de plástico, tecnología amigable con el medio ambiente, ciclo de vida ambiental, mejora del impacto de la sostenibilidad.
Material	Nanopartículas inteligentes, artículo termoestable.

Fuente: elaboración propia.

Es importante analizar las patentes relacionadas con los químicos debido al aporte que tienen en cuanto a los componentes para la construcción por esto resaltamos los enfoques materiales y métodos. Se destaca la patente *Sistema de sujeción de la pared exterior delgada* que está relacionada con ambos enfoques y se refiere al campo del aislamiento de la construcción de conservación de energía, en particular se refiere a un nuevo sistema de protección de la temperatura de la pared exterior del edificio de capa delgada (ver figura 34). La conservación de energía en los edificios se refiere a la producción de materiales de construcción, la construcción de edificios y la construcción y estructura durante el uso, en condiciones que satisfacen las mismas necesidades o logran el mismo propósito, reducen el consumo de energía tanto como sea posible (Chang, Zhang, Zhou y Zhangsheng, 2015).



Figura 34. Tendencia medio ambiente

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

La tendencia medio ambiente es una de las más importantes para esta investigación debido a que se relaciona directamente con el concepto de ecoinnovación, por esto en la tabla 3 se resaltan los elementos importantes a tener en cuenta para el análisis de las patentes relacionadas con método y metodología orientadas al medio ambiente.

Tabla 3. Descripción de componentes del mapa de tendencias: medio ambiente

Tendencia	Descripción
Método	Tecnología de la construcción, utilización de recursos especiales, campo del aislamiento energético, envase de líquidos de plástico, tecnología amigable con el medio ambiente, ciclo de vida ambiental, mejora del impacto de la sostenibilidad.
Metodología	Sostenibilidad del producto, búsquedas dinámicas de sostenibilidad, obtención y análisis de datos de energía de edificios.

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

En la tendencia medio ambiente se analizan los dos enfoques más destacados; por un lado, las metodologías que se basan en componentes de búsqueda de factores de sostenibilidad y por otro lado el método que tiene más influencia en los temas relacionados con los recursos amigables con el medio ambiente, debido a que buscan diferentes formas para lograr un desarrollo sostenible. Resaltando la patente realizada para la universidad de Toronto *Sistemas y métodos para el análisis de la sostenibilidad y la interacción social en la construcción de modelos de información* encargada del diseño de edificios verdes (o el diseño de edificios sostenibles) que se refiere al proceso de diseño de edificios (u otras instalaciones) que son ambientalmente responsables y recurso-eficiente a lo largo del ciclo de vida de un edificio (Tamar, Emmanouil y Thomas, 2017). Es notorio el interés que tienen los autores en patentar métodos para la construcción que sean ecoinnovadores y sostenibles con el medio ambiente (ver figura 35).



Figura 35. Tendencia materiales

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

Se destaca la tendencia de materiales debido a la importancia de contar con componentes amigables para el medio ambiente en el sector constructor, enfatizando en las patentes de la construcción, métodos y sistemas relacionando los conceptos de la tabla 4.

Tabla 4. Descripción de componentes del mapa de tendencias: materiales

Tendencia	Descripción
Método	Utilización de recursos especiales, envase de líquidos de plástico, mejora del impacto de la sostenibilidad.
Sistema	Aplicación ecológica, aplicación de tecnología, energías renovables.
Construcción	Mampostería de piedra reciclada.

Fuente: elaboración propia.

Materiales es un tema tendencia en estas patentes sobre construcción debido a la relevancia en contar con dichos materiales que protejan el medio ambiente. El inventor Ortiz (2016) *standard and inexpensive module. Said container has a hollow rectangular prism shape with dimensions of a body with an open end terminating in the neck and thread to receive a plastic cap* (1 tiene pendiente de concesión la patente *Contenedor de plástico líquido que puede ser reciclado a través de un segundo uso en la construcción*, esta invención trata de utilizar un recipiente para líquidos (soda, agua o líquidos en general), hecho de material de plástico para ser reciclado y utilizado en el campo de la construcción luego de completar su uso original como contenedor de líquidos. El objetivo es crear un uso alternativo para estos recipientes, y así dicho contenedor mantenga o aumente su valor después de realizar su primera función. Se pueden utilizar variedad de materiales que tienen usos alternativos en el sector de construcción, realizando reciclaje de estos para lograr una construcción sostenible (ver figura 36).

**Figura 36. Tendencia ingeniería civil**

Fuente: elaboración propia a partir de Orbit intelligence (2019).

En la tabla 5 se describen los componentes dirigidos a la tendencia de ingeniería civil enfocados a los segmentos de métodos, elementos y sistemas, relacionados con la ecoinnovación. Estos componentes son esenciales para enlazar las tendencias analizadas con el tema de investigación.

Tabla 5. Descripción de componentes del mapa de tendencias: ingeniería civil

Tendencia	Descripción
Método	Utilización de recursos especiales, campo del aislamiento energético, envase de líquidos de plástico, tecnología amigable con el medio ambiente, mejora del impacto de la sostenibilidad.
Sistema	Aplicación ecológica, aplicación de tecnología, energías renovables.
Elementos	Elemento modular de enclavamiento, elemento de construcción móvil.

Fuente: elaboración propia.

Se destaca la tendencia ingeniería civil debido a que emplea conocimientos sobre la construcción, analizando los enfoques de métodos, sistemas y elementos. En estos enfoques se resalta el tema de la sostenibilidad que relacionado con la tendencia se evidencia que proyectos de ingeniería civil los están enfocando desde la fase de planificación y diseño a la aplicación de criterios del desarrollo sostenible (Rodríguez y Fernández, 2010).

Tendencias y análisis de mercados

Una vez analizadas las tendencias tecnológicas seleccionadas con base a la investigación, es pertinente resaltar los mercados que tienen un rol importante en el comercio a nivel internacional y también local referente a las mencionadas tendencias tecnológicas, es decir, identificar los países líderes en producción científica y tecnológica respecto a su nivel de exportación de productos o materiales como lo son la maquinaria, los químicos, y materiales de construcción. Así mismo, qué países son los principales importadores de los mismos y el papel que tiene Colombia en este ámbito. A partir de los datos obtenidos en el Observatorio de Complejidad Económica (OEC por sus siglas en inglés) (The Observatory of Economic Complexity, 2017) hasta el año 2017 en cuanto a exportaciones e importaciones hechas por Italia, España, Reino

Unido, Alemania, China, Francia, Estados Unidos, Países Bajos, Rumania y Dinamarca se ha identificado que: en cuanto a la maquinaria, como se puede observar en la figura 37, Japón fue el líder mundial en 2017 con un 25 % del total de las exportaciones al mundo seguido por China con un 10 %, que se traduce en un valor de 4,38 billones sobre el total de 42,5 billones de dólares. Como se puede observar, también tienen un porcentaje representativo Estados Unidos (9,7 %) Alemania (7,4n%), Reino Unido (5,2 %), Francia (3,6 %), Países Bajos (3,0 %), e Italia con un 1,8 % (ver figura 37).



Figura 37. Países líderes en exportación de maquinaria para construcción

Fuente: OEC.

Siguiendo con el análisis respecto a la participación de los países en el mercado global en cuanto a las tendencias, se identificó que países como China, Alemania, Italia, Francia, Países Bajos y España representan porcentajes significativos en lo relacionado con la exportación de materiales de construcción como lo son los ladrillos, madera, cemento, cerámica, vidrio, entre otros. Tal como se evidencia en la figura 38, China fue el líder en este ámbito ya que sostuvo un 20 % sobre el total de exportaciones globales de estos productos; representando así 20,08 billones de 42,5 billones de dólares en total, fueron en su mayoría exportaciones a Estados Unidos y Canadá, en 2017. Dando continuidad al análisis de mercado respecto a las tendencias tecnológicas desde la perspectiva de consumo por los diferentes países líderes en el tema, se ha encontrado que en lo que respecta a la maquinaria utilizada para la construcción de manera sostenible es en su mayoría adquirida por países desarrollados como lo son Estados Unidos (14 %), Canadá (6,9 %), Alemania (4,2 %), Rusia (3,6 %), Francia (3,5 %), entre otros. Igualmente se puede

ver que, de los países en vía de desarrollo como Argentina (1,6 %) o Perú (0,80 %) también hay porcentajes que se denotan respecto al nivel global y local (ver figura39).



Figura 38. Países que más importan materiales de construcción

Fuente: tomado de OEC.

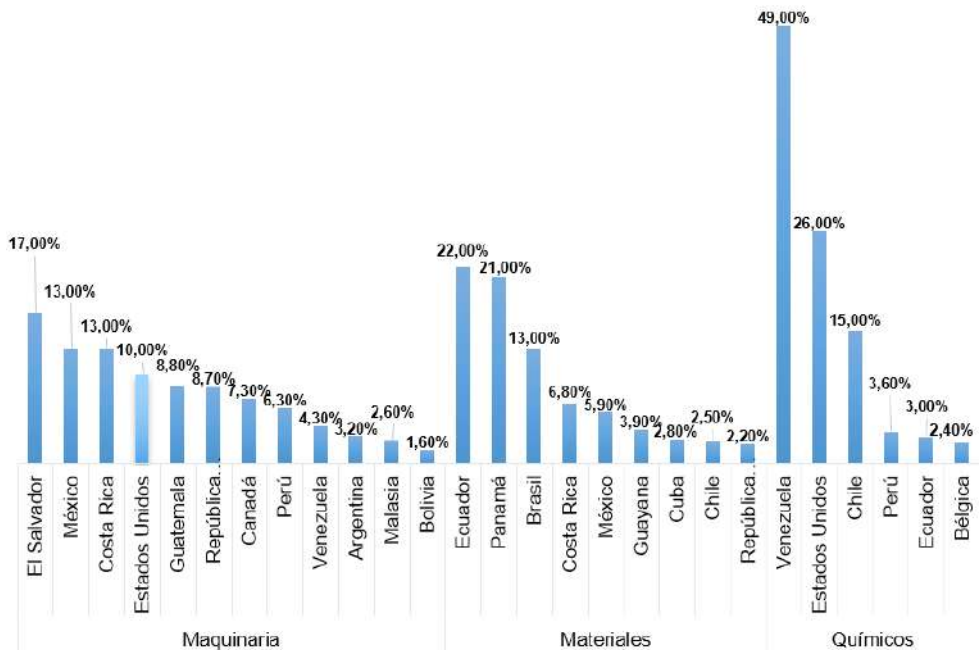


Figura 39. Exportaciones hechas desde Colombia durante 2017 referentes a maquinaria, materiales de construcción y químicos

Fuente: elaboración propia a partir de OEC.

Se puede observar en la gráfica anterior que Colombia realizó en 2017 exportaciones en lo que concierne a las tendencias ya descritas, principalmente a países de América Latina tales como lo son El Salvador, Ecuador, Venezuela representando estos de manera respectiva un 17 % para la maquinaria utilizada en la construcción, un 22 % en materiales y un 49 % en la exportación de químicos; de igual manera, en lo que respecta a los países líderes ya resaltados con anterioridad, el país sostuvo transacciones representativas con Estados Unidos en materia de maquinaria y químicos (10 % y 26 %, respectivamente) (ver figura 40).

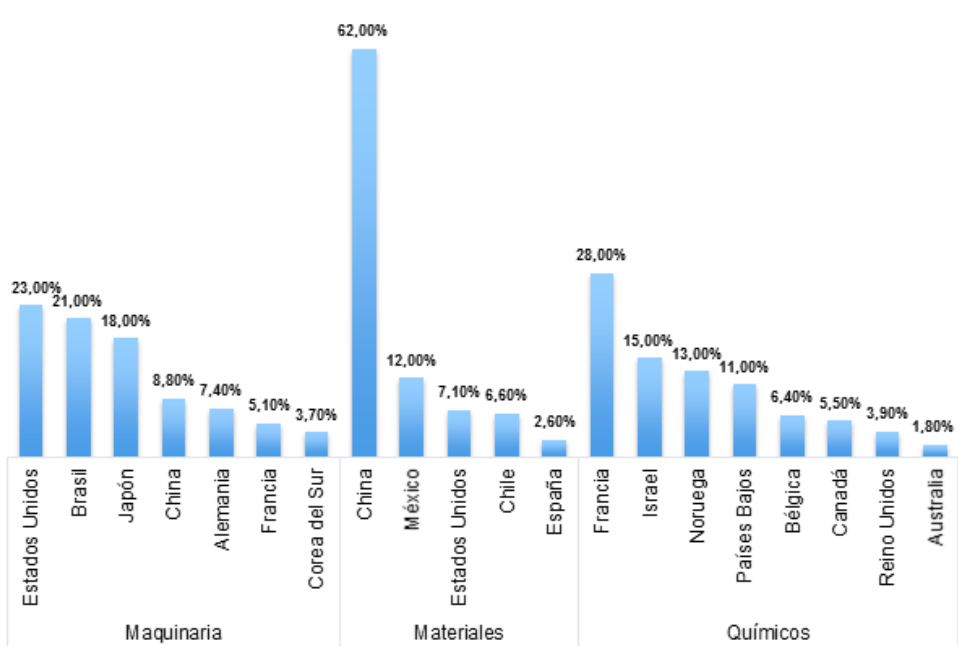


Figura 40. Importaciones hechas desde Colombia durante 2017 referentes a maquinaria, materiales de construcción y químicos.

Fuente: elaboración propia a partir de OEC.

Continuando el análisis del mercado con enfoque en Colombia se identificaron los países que generan transacciones de compra con el país respecto a estas tendencias, es decir, que importan maquinaria, materiales de construcción y químicos desde Colombia. Se evidencia que durante 2017 China fue el comprador más representativo en cuanto a materiales ya que del total general toma un 62 %; así mismo se denotan Estados Unidos (23 %) y

Brasil (21 %) en la maquinaria, Francia (28 %) e Israel (15 %) en el campo de los químicos lo que demuestra que en este ámbito el país ha sostenido enlaces comerciales con la mayoría de los líderes que encabezan la lista de producción tecnológica y científica en lo que respecta a la ecoinnovación y sostenibilidad en las construcciones debido a que también se encuentran en este *ranking* países como Alemania, España, Países Bajos y Reino Unido. Sin embargo, es de notar que la cantidad de exportaciones es mayor que la de importaciones lo que denota que Colombia sigue teniendo aspectos por mejorar en cuanto a la producción nacional referente a la ciencia y la tecnología tanto en el campo de la construcción como otros. Si bien las dinámicas comerciales actuales permiten que Colombia siga desarrollando un papel importante en el mercado global se evidencia que la diferencia entre importaciones y exportaciones, que por ejemplo para 2017 fue de aproximadamente menos cinco mil millones de dólares (\$39,1 mil millones de dólares en exportaciones vs. \$44,3 mil millones de dólares en importaciones), hace que el país ocupe el puesto 53 de 126 en el ranking mundial de complejidad económica (The Observatory of Economic Complexity, 2017).

Conclusiones

Entre las conclusiones se observa que una de las tendencias son las patentes con conceptos relacionados con maquinaria, de las cuales se analizan registros relevantes destacando los enfoques en: método, carretera solar, bloque de carretera y productor de energía. En este segmento de patentes se evidencia interés en el tema de la construcción y la implementación de maquinarias sostenibles con el medio ambiente.

Frente a la tendencia de materiales se ha enfatizado en las patentes de la construcción, métodos y sistemas relacionando los conceptos de utilización de recursos especiales, envase de líquidos de plástico, mejora del impacto de la sostenibilidad.

La tendencia medio ambiente es una de las más importantes para esta investigación debido a que se relaciona directamente con el concepto de ecoinnovación, frente a esto se analizan los dos enfoques más destacados; por un lado, las metodologías que se basan en componentes de búsqueda de factores de sostenibilidad y por otro lado el método que tiene más influencia en los temas relacionados con los recursos amigables con el medio ambiente.

Frente a la participación de los países en el mercado global se identificó que países como China, Alemania, Italia, Francia, Países Bajos y España representan porcentajes significativos en lo relacionado a la exportación materiales de construcción.

Referencias bibliográficas

- Acevedo, H., Vásquez, A. y Ramírez, D. (2012). Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 15(1), 105-118.
- European Environmental Agency -EEA. (2014). Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2012 and inventory report 2014. Recuperado de <https://bit.ly/2ZRdq7D>
- Beise, M. y Rennings, K. (2005). Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics*, 52(1), 5-17.
- Castellanos Domínguez, Ó. F., Fúquene Montañéz, A. M. y Ramírez Martínez, D. C. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Chang, M., Zhang, X., Zhou, L. y Zhangsheng, S. (2015). Novel thin-layer building-external-wall heat preservation system. Recuperado de <https://bit.ly/3hyqULs>
- Chávez, M. F. (2000). *Estudios sectoriales de las manufacturas mexicanas: complejos automotriz, construcción, metalmecánico, químico-petroquímico y textil*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.
- Kemp, R. y Pearson, P. (2008). *Final report MEI project about Measuring Eco-Innovation*. Recuperado de <https://bit.ly/3eUNpc0>
- Kyoung, Y. (2015). Block for roads having improved ability for rainwater to continuously permeate through improved efficiency for discharging granular material and powdered material impurities, road paving

structure using same, and method of constructing said structure. Recuperado de <https://bit.ly/2CMN7H5>

- Orozco, E. (2001). Preguntas y respuestas sobre la inteligencia empresarial. *Ciencia, Innovación y Desarrollo*, 5(2), 36-38.
- Ortiz, M. (2016). Plastic liquid container which can be recycled through a second use in construction. Recuperado de <https://bit.ly/3eX3b67>
- Pujari, D. (2006). Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. *Technovation*, 26(1), 76-85.
- Segarra-Oña, M., Peiró-Signes, Á., Miret-Pastor, L. y Albors-Garrigós, J. (2011). ¿Ecoinnovación, una evolución de la innovación? Análisis empírico en la industria cerámica española. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 50(5), 219-228.
- Tamar, E.-D., Emmanouil, P. y Thomas, K. (2017). Systems and methods for sustainability and social interaction analysis in building information modeling. Recuperado de <https://bit.ly/32SzEbw>
- The Observatory of Economic Complexity -OEC. (2017). What does Philippines export? Recuperado de <https://bit.ly/39qCg1x>
- Valdivieso Fernández, R. (2016). *Sostenibilidad en el sector de la construcción. Sostenibilidad en estructuras y puentes ferroviarios* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Vergara, J. R. (2017). *Industria de la construcción en el Ecuador* (Tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- World Intellectual Property Organization -WIPO. (1971). International Patent Classification (IPC). Recuperado de <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>

Capítulo 8

La esencia de la ingeniería del software: un aporte a la industria de software y a la academia¹

Software Engineering Essence: A contribution to the software industry and the academy

Carlos Puerto García², Christian Hernán Obando Ibarra³

Resumen

SEMAT (teoría y método de la ingeniería de *software*, por sus siglas en inglés) es una comunidad internacional de algunas compañías y universidades que promueve el proceso para crear un estándar universal, se basa en una teoría sólida, principios probados y mejores prácticas. La Esencia de SEMAT es un estándar que se plantea en el OMG (*Object Management Group*) donde se define un lenguaje universal con un conjunto de elementos ampliamente aceptados en la ingeniería de *software*. Con la esencia de la ingeniería de *software* se introduce el núcleo y el lenguaje, mostrando cómo aplicarlos y cómo representar mejores prácticas de ingeniería de *software*; los elementos comunes de las buenas prácticas de ingeniería de *software* se pueden extraer, combinar o adaptar cuando el contexto del proyecto de *software* lo amerite y a medida que el proceso de desarrollo de *software* evolucione, lo que puede conllevar a un mejoramiento constante en la forma de trabajar en los equipos para el proceso de construcción de *software*. El núcleo de la esencia proporciona el terreno común para ayudar a los profesionales a comparar métodos y tomar mejores decisiones sobre sus prácticas. El núcleo de SEMAT no compite con los métodos de desarrollo de sistemas de *software* existentes. No es un nuevo método para el desarrollo de sistemas de *software*, sino una respuesta a la necesidad de redefinir la ingeniería de *software*, donde el equipo de trabajo evalúa y escoge las mejores prácticas que pueden ser útiles

¹ Capítulo de libro resultado de tesis de maestría de investigación titulada *Representación de las mejores prácticas de verificación de sistemas de software en el núcleo de la esencia de Semat* realizado entre 2016-2019.

² Ingeniero de sistemas, maestrando en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia. Corporación Universitaria Americana. Correo: cpuerto@americana.edu.co.

³ Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, especialista en Seguridad Informática, magister en Tecnologías de la Información y la Comunicación. Corporación Universitaria Americana. Correo: cobando@americana.edu.co.

para un proyecto de *software* en determinado contexto. Esto puede contribuir al desarrollo de productos de *software* con calidad.

Palabras clave: SEMAT, esencia, ingeniería de *software*, prácticas, lenguaje.

Introducción

En la historia de la ingeniería de *software* se han utilizado varias metodologías para desarrollar *software* con calidad, se ha venido de paradigma en paradigma, en cada metodología se utilizan varias prácticas para desarrollar productos de *software*. SEMAT propone refundar la ingeniería de software para poder capturar los elementos comunes de las mejores prácticas de cualquier método de desarrollo, la comunidad SEMAT se centra en dos objetivos principales: (i) encontrar un núcleo de elementos ampliamente acordados; (ii) definir una base teórica sólida de la ingeniería de *software* (Zapata y Jacobson, 2014). Este estándar contiene elementos ampliamente aceptados en la ingeniería de *software*, incluyendo un núcleo y un lenguaje. Juntos, el núcleo y el lenguaje se conocen como la esencia y conforman un marco común. El núcleo de la esencia proporciona el terreno común para ayudar a los profesionales a comparar métodos y tomar mejores decisiones sobre sus prácticas (OMG, 2018).

Marco común = núcleo + lenguaje = esencia (Jacobson y Stimson, 2017).

El planteamiento del uso del núcleo y el lenguaje de la esencia de SEMAT es importante porque con la esencia de la ingeniería de *software* se introduce el núcleo y el lenguaje, mostrando cómo aplicarlos en el desarrollo de *software*, donde el equipo de trabajo evalúa y escoge las mejores prácticas que pueden ser útiles para un proyecto de *software* determinado. SEMAT acepta nuevas ideas, ya que cualquier metodología se puede representar mediante sus elementos en el núcleo (Zapata *et al.*, 2015), no compite con los métodos de desarrollo de sistemas de *software* existentes, no es un nuevo método para el desarrollo de sistemas de *software* (Simonette *et al.*, 2014), es una respuesta a la necesidad de redefinir la ingeniería de *software* (Jacobson *et al.*, 2013). El núcleo de la esencia de SEMAT brinda un amplio soporte tanto a los profesionales de ingeniería de *software* así como también a la educación en ingeniería de *software* (Pieper *et al.*, 2017).

El objetivo de este capítulo de libro es presentar a SEMAT (método y teoría de la ingeniería de *software*) para abordar muchos de los problemas que desafían el campo de la ingeniería de *software*. Por ejemplo, la dependencia de modas, la falta de una base teórica y la abundancia de métodos únicos que son difíciles de comparar, la escasez de evaluación y validación experimental, y la brecha entre la investigación académica y su aplicación práctica en la industria, el establecimiento de un núcleo y un lenguaje, de un marco común para permitir el intercambio libre y justo de prácticas (OMG, 2018). Se propone el núcleo de la esencia de la ingeniería de *software* como una solución en la forma de trabajar en equipos de desarrollo de *software* donde se pueden adaptar prácticas de diferentes metodologías de acuerdo al contexto del equipo donde se construye *software* y también cómo propuesta de enseñanza-aprendizaje en las universidades, donde se pueden utilizar estrategias activas como foros, proyectos prácticos (Zapata y Jacobson, 2014) y la gamificación para el mejoramiento del proceso de *software* (Manrique-Losada *et al.*, 2015).

Como enfoque metodológico se realiza una revisión sistemática de literatura de fuentes secundarias de información para abarcar SEMAT como un aporte en la industria de desarrollo de *software* y también como enseñanza-aprendizaje en la academia. Los contenidos son:

1. SEMAT (*Software Engineering Method and Theory*)
2. Areas de interés
3. Alfes
4. Espacios de actividad
5. Competencias
6. Otros elementos del núcleo de Semat.

Desarrollo

SEMAT (Software Engineering Method and Theory)

SEMAT es una iniciativa que fundan en septiembre de 2009 Ivar Jacobson, Bertrand Meyer y Richard Soley, cuando perciben la necesidad de cambiar la forma en que la gente trabaja con métodos de desarrollo de *software* (Jacobson *et al.*, 2013). El dominio de la esencia son los métodos

de la ingeniería del *software*. Utiliza una arquitectura simple en capas que se muestra en la figura 41, donde un método es una composición simple de prácticas que se describen utilizando el núcleo de la esencia y el lenguaje de la esencia. El núcleo y el lenguaje permiten que una práctica se fusione de una manera segura con otras prácticas relevantes para formar un método de “alto-nivel”. El enfoque del núcleo se basa en establecer una base común para la definición de prácticas de desarrollo de *software* que permita definir y aplicar las prácticas independientemente. Las prácticas se pueden combinar para crear métodos de ingeniería de *software* específicos adaptados a las necesidades particulares de una comunidad, proyecto, equipo u organización de ingeniería de *software* específico (OMG, 2018). El marco común lo componen los métodos, las prácticas, el núcleo y el lenguaje los cuales conforman la esencia.

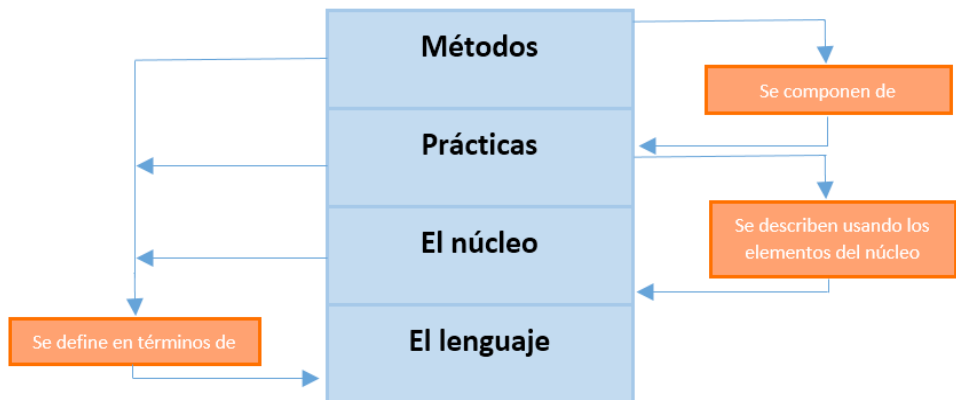


Figura 41. Arquitectura del método

Fuente: adaptado de OMG (2018).

Los conceptos clave para entender la arquitectura del método son los siguientes (OMG, 2018):

- **Método:** es una composición de prácticas. Los métodos no son solo descripciones que leen los desarrolladores, los métodos son dinámicos e incluyen las actividades diarias.
- **Práctica:** es un enfoque repetible para hacer algo con un objetivo específico en mente. Una práctica proporciona una manera sistemática y verificable de abordar un aspecto particular del trabajo en cuestión. Una práctica puede ser parte de muchos métodos.

En la esencia de la ingeniería del *software* se menciona que una práctica se usa para describir cómo manejar un aspecto específico de un esfuerzo de ingeniería de *software*, incluyendo las descripciones de todos los elementos relevantes necesarios para expresar la orientación de trabajo deseado que se requiere para lograr el propósito de la práctica. Una práctica también se puede definir como una composición de otras prácticas (OMG, 2018).

Áreas de interés

El núcleo de *Semat* se organiza en tres áreas de interés, que se enfocan en aspectos específicos de la IS y se diferencia cada área con un color:

- **Cliente:** contiene todo lo concerniente con el uso y explotación del sistema de *software* que se produce y se distingue con el color verde.
- **Solución:** contiene todo lo concerniente a la especificación y el desarrollo del sistema de *software* y se distingue con el color amarillo.
- **Esfuerzo:** contiene todo lo concerniente al equipo, y a la forma en que se realiza el trabajo y se distingue con el color azul (OMG, 2018).

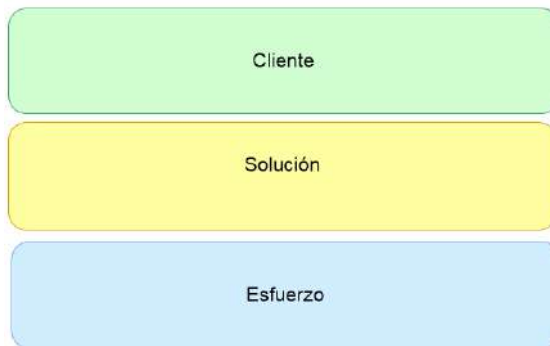


Figura 42. Áreas de interés

Fuente: adaptado de OMG (2018).

Los elementos que definen el núcleo de *Semat* son los alfas, los espacios de actividad y las competencias.

- **Alfas**

Mediante los alfas (por sus siglas en inglés *Alpha, Abstract-Level Progress*

Health Attribute) se pueden capturar los conceptos clave involucrados en la ingeniería de *software*, permiten el seguimiento y la evaluación del progreso y la salud de cualquier esfuerzo de ingeniería de *software* y proporcionan el terreno común para la definición de métodos y prácticas de ingeniería de *software* (OMG, 2018). También se pueden definir como las “cosas con las que se trabaja” (Jacobson *et al.*, 2013) (véase la figura 43).

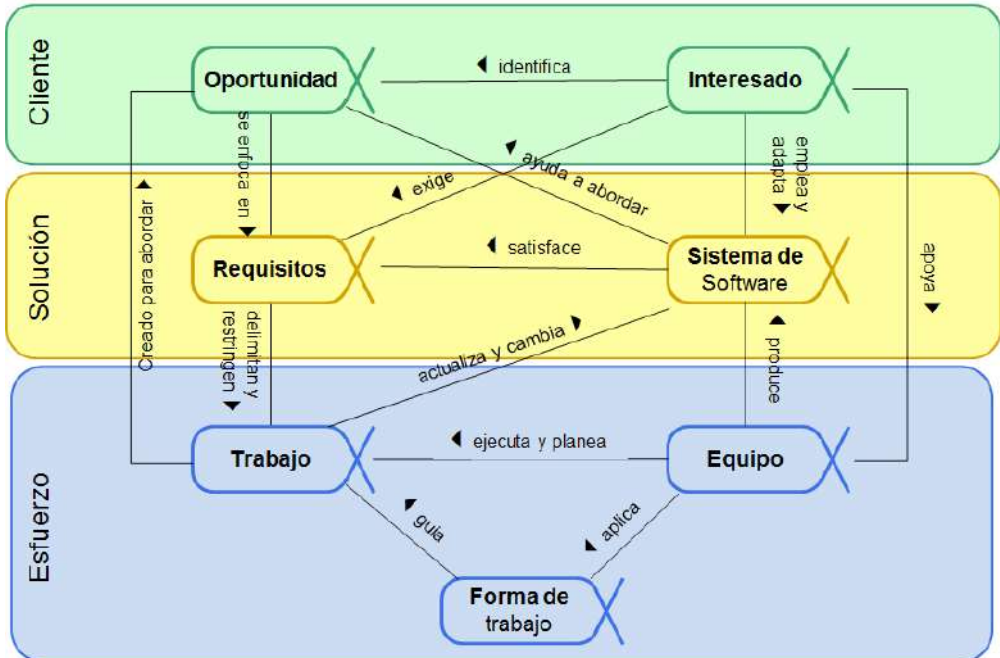


Figura 43. Alfa del núcleo

Fuente: adaptado de Jacobson et al. (2013).

En el área de interés cliente, el equipo necesita comprender a los interesados e identificar las oportunidades, por lo que contiene los alfas interesados y oportunidad.

Alfa interesado: “Las personas, grupos, u organizaciones que afectan o se afectan por un sistema de *software*”. Los interesados proveen la oportunidad y son la fuente de los requisitos, el equipo de trabajo también hace parte de los interesados.

Alfa oportunidad: “Conjunto de circunstancias que hace apropiado el desarrollo o el cambio de un sistema de *software*”. Con el alfa oportunidad

se articula la razón para construir un sistema de *software*. Representa la comprensión del equipo de las necesidades de las partes interesadas y ayuda a configurar los requisitos para el nuevo sistema de *software* al proporcionar una justificación para su desarrollo.

En el área de interés solución, el equipo necesita establecer un entendimiento compartido de los requisitos y construir, probar, implementar y dar soporte a un sistema de *software* que cumpla con los requisitos establecidos, por lo que contiene los alfas requisitos y sistema de *software*.

Alfa requisitos: “Lo que el sistema de *software* debe hacer para abordar la oportunidad y satisfacer a los interesados”. Se debe entender lo que se necesita del sistema de *software*, comunicarse con los interesados y los miembros del equipo, e impulsar el desarrollo y las pruebas del nuevo sistema.

Alfa sistema de *software*: “Un sistema que se compone por *software*, *hardware* y datos que proporcionan su valor principal mediante la ejecución del *software*”. El sistema de *software* brinda solución a un problema determinado y satisface los requisitos que exige el interesado.

En el área de interés esfuerzo se forma el equipo y la forma como se trabaja, y se realiza el trabajo para llegar al objetivo planeado, por lo que esta área contiene los alfas equipo, trabajo y forma de trabajo.

Alfa equipo: “Un grupo de personas que participan activamente en el desarrollo, mantenimiento, entrega o soporte de un sistema de *software* específico”.

Alfa trabajo: “Actividad que involucra esfuerzo mental o físico para lograr un resultado”.

Alfa forma de trabajo: “El conjunto personalizado de prácticas y herramientas que utiliza un equipo para guiar y apoyar su trabajo”.

- Espacios de actividad

El núcleo de Semat también proporciona un conjunto de espacios de actividad que complementan a los alfas para proporcionar una vista de las actividades

esenciales en los esfuerzos de la ingeniería de *software* (OMG, 2018), estos espacios de actividad también se llaman “las cosas que se hacen” (Jacobson *et al.*, 2013). En la figura 44 se presentan los espacios de actividad.

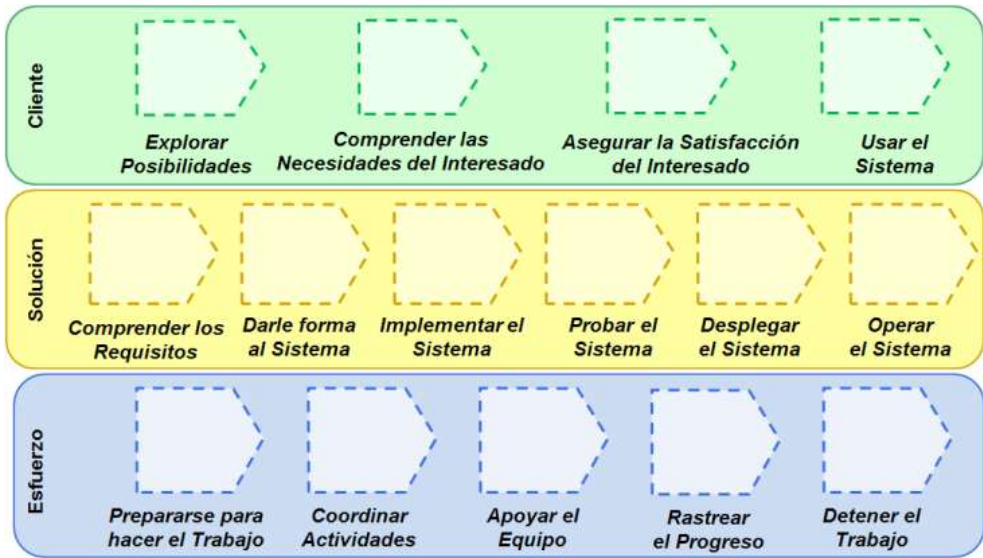


Figura 44. Espacios de actividad

Fuente: Jacobson *et al.*, (2013).

El área de interés cliente contiene cuatro espacios de actividad los cuales involucran la oportunidad y los interesados.

- **Explorar las posibilidades:** explorar las posibilidades que se presentan por la creación de un sistema de *software* nuevo o que se mejora. Esto incluye el análisis de la oportunidad que se aborda y la identificación de las partes interesadas.
- **Comprender las necesidades del interesado:** involucrarse con las partes interesadas para comprender sus necesidades y asegurar que se produzcan los resultados correctos. Esto incluye identificar y trabajar con los representantes de las partes interesadas para avanzar en la oportunidad.
- **Asegurar la satisfacción del interesado:** compartir los resultados del trabajo de desarrollo con las partes interesadas para obtener la aceptación del sistema que se produce y verificar que la oportunidad se aborde con éxito.
- **Usar el sistema:** observar el uso del sistema en un entorno operativo y cómo beneficia a los interesados.

El área de interés solución contiene seis espacios de actividad los cuales involucran los alfas requisitos y sistema de *software*.

- **Comprender los requisitos:** establecer una comprensión compartida de lo que debe hacer el sistema a que se crea.
- **Darle forma al sistema:** darle forma al sistema para que sea fácil de desarrollar, cambiar y mantener, y pueda hacer frente a las demandas actuales y futuras esperadas. Esto incluye el diseño general y la arquitectura del sistema que se producirá.
- **Implementar el sistema:** construir un sistema implementando, probando e integrando uno o más elementos del sistema. Esto incluye la corrección de errores y las pruebas unitarias.
- **Probar el sistema:** verificar que el sistema que se produce cumpla con los requisitos de las partes interesadas.
- **Desplegar el sistema:** tomar el sistema probado y ponerlo a disposición para su uso fuera del equipo de desarrollo.
- **Operar el sistema:** apoyar el uso del sistema de *software* en producción.

El área de interés esfuerzo contiene cinco espacios de actividad los cuales involucran los alfas equipo, forma de trabajo y trabajo.

- **Prepararse para hacer el trabajo:** establecer el equipo y su entorno de trabajo. Comprender y comprometerse a completar el trabajo.
- **Coordinar actividades:** Coordinar y dirigir el trabajo del equipo. Esto incluye toda la planificación continua y la planificación del trabajo, y la adición de los recursos adicionales necesarios para completar la formación del equipo.
- **Apoyar el equipo:** ayudar a los miembros del equipo para que se ayuden entre ellos mismos, colaborar y mejorar su forma de trabajar.
- **Rastrear el progreso:** medir y evaluar el progreso realizado por el equipo.
- **Detener el trabajo:** Detener el esfuerzo de ingeniería de software y entregar las responsabilidades del equipo.
- **Competencias**

El núcleo de SEMAT también ofrece un conjunto de competencias que

complementan los alfas y los espacios de actividad para proporcionar una visión de las capacidades clave requeridas y el conocimiento para llevar a cabo el trabajo de IS. En la figura 45 se presentan las competencias.



Figura 45. Competencias

Fuente: adaptado de OMG (2018).

El área de interés esfuerzo contiene dos competencias.

- **Liderazgo:** esta competencia permite a una persona inspirar y motivar a un grupo de personas para lograr una conclusión exitosa de su trabajo y cumplir sus objetivos.
- **Gestión:** esta competencia encapsula la capacidad de coordinar, planificar y rastrear el trabajo realizado por un equipo. La competencia de gestión es la capacidad administrativa y organizativa que permite hacer lo correcto en el momento adecuado para maximizar las posibilidades de éxito de un equipo.

El área de interés solución contiene tres competencias

- **Análisis:** esta competencia encapsula la capacidad de comprender las oportunidades y sus necesidades relacionadas con las partes interesadas, y transformarlas en un conjunto acordado y consistente de requisitos. La competencia de análisis es la capacidad deductiva de comprender

la situación, contexto, conceptos y problemas, identificar soluciones apropiadas de alto nivel, y evaluar y sacar conclusiones aplicando el pensamiento lógico.

- **Desarrollo:** esta competencia encapsula la capacidad de diseñar y programar sistemas de *software* efectivos siguiendo los estándares y normas acordados por el equipo. La competencia de desarrollo es la capacidad mental de concebir y producir un sistema de *software*, o uno de sus elementos, para una función o fin específico. Permite a un equipo producir sistemas de *software* que cumplan los requisitos.
- **Pruebas:** esta competencia encapsula la capacidad de probar un sistema, verificando que sea utilizable y que cumpla con los requisitos. La competencia de prueba tiene habilidades de observación, comparación, investigación y destrucción que permite probar el sistema.

El área de interés cliente contiene una competencia.

- **Representación del interesado:** esta competencia encapsula la capacidad de reunir, comunicar y equilibrar las necesidades de otras partes interesadas, y representar con precisión sus puntos de vista. La competencia de representación de las partes interesadas es la capacidad empática de representar y reflejar con precisión las opiniones, derechos y obligaciones de otras partes interesadas.

Otros elementos del núcleo de SEMAT

La sintaxis gráfica del lenguaje de *Semat* incluye otros elementos como métodos, prácticas, actividades, patrones, productos de trabajo y asociaciones los cuales ayudan a representar gráficamente las prácticas y describir o comparar los métodos.

Práctica: es un enfoque sistemático para realizar actividades. Ayuda a describir cómo deben realizarse las actividades de ingeniería de *software*.

Actividad: define uno o más tipos de elementos de trabajo y brinda orientación sobre cómo realizarlos.

Producto de trabajo: es un resultado de actividad. Además, ayuda a proporcionar evidencia para los estados alfas, por ejemplo, documentos o una pieza de *software*.

Patrón: es una descripción de una estructura en una práctica, por ejemplo, roles, fases e hitos.

Contención de alfa: una asociación de un alfa se visualiza como una línea continua para conectar dos alfas. La línea puede tener uno o más segmentos.

Manifiesto producto de trabajo: conectar un alfa con un producto de trabajo. Esta conexión se representa con una línea horizontal con un diamante relleno en la punta.

Asociación de patrón: conecta el patrón con sus elementos asociados. Se representa con una línea sólida y un diamante en la punta en la cual se conecta el patrón. La línea tiene origen en un círculo en el que se pone el nombre de la asociación y del que se conectan los elementos asociados al patrón con una línea sólida por cada elemento.

Elemento	Símbolo
Práctica	
Actividad	
Producto de trabajo	
Patrón	
Contención de alfa	
Manifiesto de producto de trabajo	
Asociación de patrón	

Figura 46. Sintaxis gráfica de elementos del núcleo de la esencia de SEMAT

Fuente: adaptado de OMG (2018).

Conclusiones

Con la esencia de la ingeniería del *software* se pueden realizar representaciones de mejores prácticas de diferentes metodologías para desarrollar *software* en un lenguaje universal de acuerdo con el contexto del equipo o del proyecto. De esta forma el equipo de trabajo no se encierra en una sola metodología de desarrollo.

En el núcleo de SEMAT se pueden extraer los elementos principales de buenas prácticas de ingeniería de *software*, se pueden adaptar o combinar cuando el contexto del proyecto de *software* lo amerite y a medida que los procesos evolucionen, lo que puede aportar a un mejoramiento constante en la forma de trabajar en el proceso de construcción de sistemas de *software* y ayudar a los equipos de desarrollo de software a mejorar su forma de trabajo.

El núcleo de SEMAT es extensible, se tiene la posibilidad de representar nuevas prácticas o métodos y construir diversas representaciones de una determinada práctica.

La esencia también está haciendo incursiones en el mundo académico. Existen universidades alrededor del mundo que están enseñando la esencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ingeniería de *software*.

Referencias bibliográficas

- Jacobson, I., Ng, P., McMahon, E., Spence, I. y Lidman, S. (2013). La esencia de la ingeniería de *software*: el núcleo de Semat. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(3), 71-78.
- Jacobson, I. y Stimson, R. (2017). Escaping Method Prison. Recuperado de <https://www.infoq.com/articles/escape-method-prison>.
- Manrique-Losada, B., Gasca-Hurtado, G. P. y Gómez-Álvarez, M. C. (2015). Assessment proposal of teaching and learning strategies in software process improvement. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 77, 105-114.
- OMG. (2018). Essence–Kernel and Language for Software Engineering Methods. Recuperado de <https://bit.ly/2OPkw6i>.
- Pieper, J., Lueth, O., Goedicke, M. y Forbrig, P. (2017). A case study of software engineering methods education supported by digital game-based learning: Applying the SEMAT Essence kernel in games and course projects. *IEEE Global Engineering Education Conference (Educon)*. Conferencia llevada a cabo en Atenas, Grecia.

- Simonette, M., Lago, L. y Spina, E. (2014). Extending Semat kernel to deal with developer error. *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 8, 253-258.
- Zapata, C. y Jacobson, I. (2014). A first course in software engineering method and theory. *Dyna*, 81(183), 231-241.
- Zapata Jaramillo, C. M., Valderrama Betancur, J. y Jiménez Pinzón, L. D. (2015). Representation of CMMI-DEV practices in the Semat kernel. *IEEE Latin America Transactions*, 13(10), 3476-3481.

Capítulo 9

Reconocimiento biométrico remoto y apropiación TIC en la formación de formadores para el posconflicto¹

Remote biometric recognition and ICT appropriation in the training of trainers for post-conflict

Efraín José Martínez Meneses², Sandra Liliana Torres Taborda³

Resumen

El grupo de investigación IDENTIC lleva seis años trabajando en el desarrollo y aplicación de la tecnología para apoyar el proceso de desmovilización de personas que pertenecían a grupos armados irregulares e inician su proceso de reincorporación a la sociedad a través de la ARN (Agencia para la Reincorporación y la Normalización) en estos momentos, llamada hasta hace dos años como ACR (Agencia Colombiana para la Reintegración). La propuesta de investigación consiste propiamente en generar estrategias que coadyuven en el proceso sin que sea necesaria la centralización en espacios geográficos, la disposición de un número significativo de profesionales y además, promover la apropiación de TIC como vehículo facilitador en los procesos educativos y administrativos que el proceso de reintegración requiere. Para esto se definieron estrategias que permiten identificar y validar al usuario mediante un artefacto (hw o sw), empleando dispositivos como los de reconocimiento biométrico, cámaras de video, o por medio de análisis bayesianos (reconocimiento de patrones por medio de datos estadísticos), la intención es dar cada vez mayor confiabilidad a la identificación, por lo que se combinarán con el tiempo otros métodos

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado Reconocimiento biométrico remoto y apropiación TIC en la formación de formadores para el posconflicto.

² Ingeniero mecánico, magíster en e-learning. Decano de la Facultad de Ingeniería. Docente de tiempo completo en Corporación Universitaria Americana. E-mail: emartinez@coruniamericana.edu.co.

³ Negociadora internacional, especialista en Alta Gerencia, magíster en e-learning y doctoranda en Economía y Finanzas. Docente de tiempo completo en Corporación Universitaria Americana E-mail: storres@americana.edu.co.

de identificación como el patrón de tipeo y la identificación de rostro. En términos probabilísticos, engañar o producir errores en el proceso, será cada vez menos posible. Las pruebas y la intencionalidad del *software*, siempre se informaron a los participantes para no violar sus derechos a la intimidad, este *software* envía informes de tiempo de conexión, horas y lugar de la conexión, además de los datos del sujeto que se identificó. Ya se ha hecho entrega de la *App* con los respectivos manuales a la ARN y continuamos realizando aportes a la paz de Colombia.

Palabras clave: TIC, biométrico, remoto, desmovilización, identificación.

Introducción

BioRemoto es un proyecto de desarrollo de *software* que integra varias aplicaciones y servicios. Se compone de una aplicación Windows, un servicio Windows, una aplicación web, y un servicio web. El proyecto se desarrolla por la necesidad de contar con un mecanismo para el control de uso de las TIC por parte de las personas en proceso de desmovilización. La novedad del proceso radica en la posibilidad de realizar la identificación del sujeto de manera remota a través de una conexión de internet y el dispositivo interno de reconocimiento dactilar de la Laptop Lenovo 440. Esto requiere una App servidor, alojada en el equipo con la terminal de reconocimiento de huella y una App cliente alojada en los equipos destinados a la administración, para realizar toda la gestión técnica y el manejo de la información de los actores implicados en el proceso.

Es así, como a través de un ingreso de datos básicos y el registro de la huella, se pretende desarrollar un *software* de reconocimiento biométrico (huella dactilar) para que las personas accedan al sistema y se autenticquen. El sistema hace un manejo de cursos y matrículas, en donde inscribe a cada curso a las personas que se encuentran en el sistema como estudiantes y se lleva un control de los cursos que van desarrollando. Las personas desmovilizadas realizan registros de uso a través de la autenticación de huella y seleccionado el curso del cual quieren evidenciar el uso. Todos los registros de uso, los datos de personas y las huellas, se sincronizan con la aplicación central, que maneja la información centralizada y es operada por los administradores del sistema. Las aplicaciones Windows son sincronizadas en cuanto a los cursos

que son asociados a los desmovilizados. El desarrollo para el reconocimiento biométrico utiliza los lectores de huellas integrados en los equipos de cómputo y el *framework* de biometría de Windows.

Marco teórico

Confiados en el potencial de la tecnología para transformar la educación, se promueve el diseño y desarrollo de herramientas didácticas multimedia apoyados en objetos virtuales de aprendizaje (en adelante OVA) que faciliten la inclusión digital de excombatientes provenientes de grupos irregulares que se han desmovilizado en forma individual o colectiva y que requieren la adquisición de ciertas habilidades que les permitan ejecutar acciones cotidianas en una sociedad que vincula sus cambios a la revolución de las TIC. Es importante que las personas en proceso de reintegración social puedan ser capacitadas, no solo en el desempeño de un arte u oficio, sino también en la adquisición de competencias digitales. Estudios de caracterización de la población desmovilizada realizados por el Ministerio de Defensa Nacional, arrojan que la edad de ingreso a grupos insurgentes se ubica entre los 10 y 17 años y el 84 % de los desmovilizados ni siquiera ha completado la educación primaria (Pinto Borrego, Vergara Ballén y Lahuerta Percipiano, 2003). Por lo anterior, la mayoría de desmovilizados se sienten abrumados ante los retos impuestos por la vida civil, pues no solamente deben luchar contra el estigma impuesto por la sociedad, sino, enfrentar un estilo de vida muy diferente al que por muchos años fue el suyo.

Las condiciones académicas y la edad promedio de los desmovilizados hacen indispensable dejar atrás la enseñanza tradicional centrada en el docente, la repetición mecánica y la memorización; para trascender a la andragogía, estrategia pedagógica que combina la motivación, los intereses personales, la utilidad y la aplicación práctica de lo aprendido. Integrar las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje debe ir en completa sintonía con una pedagogía propositiva y altamente participativa; de manera que la tecnología deje de ser un simple instrumento y se convierta en un mecanismo de cambio al servicio de la educación, posibilitando la ampliación de su cobertura sin que existan limitantes de tiempo y fronteras. La planificación de políticas sociales y educativas dirigidas a compensar las desigualdades en el acceso a las tecnologías de la información es una necesidad urgente y necesaria si se pretende que la sociedad de la información no sea para unos

pocos, sino para la inmensa mayoría de la ciudadanía (Moreira, 2002, p. 1). Pero el compromiso educativo no es solo en áreas específicas del saber, también está el compromiso de formación ética, allí la tecnología puede ser también de gran ayuda si se emplea como instrumento para responder a la tendencia social y cultural de soportar digitalmente la cotidianidad. Duart (2003, p. 3) afirma:

Existe una presencia ética en la virtualidad. Esta, concretada en espacios de interacción, la formamos personas, seres humanos capaces de sentir y de manifestarnos valorativamente, en otras palabras, sujetos éticos. En ese espacio relacional las personas nos comunicamos, interactuamos e intercambiamos información. Si observamos adecuadamente nos daremos cuenta de que las personas actuamos en la virtualidad de forma similar a como desarrollamos nuestras acciones en otros espacios de nuestras vidas, ya que la virtualidad de por sí no nos hace diferentes.

Datos de la Agencia Colombiana para la Reintegración revelan que el 83,7 % de personas desmovilizadas se ubican en un rango de edad de 26 a 50 años, evidenciando la necesidad de realizar inclusión tecnológica a los excombatientes como una alternativa a sus necesidades de formación académica y de relación con el Estado, evitando su concentración masiva en ciertos espacios geográficos del territorio y proporcionándoles ciertas habilidades que les ayuden a vivir de manera autónoma y sostenible en el marco de la legalidad. De igual manera, la implementación de TIC puede servir para apoyar cada una de las fases de la ruta de la reintegración.

El reconocimiento biométrico, consistente en la identificación de una persona por sus características físicas o psicológicas ha tenido un desarrollo acelerado junto con la sensorica; permiten en tiempo real la comprobación de la existencia y presencialidad del individuo que realiza un proceso. Los avances más destacados y popularizados corresponden al reconocimiento biométrico facial, dactilar y al reconocimiento de iris. Hacen parte de cualquier sistema de reconocimiento el autenticador y el sistema de reconocimiento propiamente dicho (Duró 2001. pp. 58-60). El desarrollo del proceso, del conjunto completo de lo que implica poder determinar la identidad de un individuo humano se debe en demasía a las necesidades gubernamentales, específica y originalmente a todo aquel aparato estatal encargado del estudio

criminalístico que tiene una necesidad apremiante de engrosar sus bases de datos, de operarlas con otros sistemas similares y de estandarizar. Al respecto ya el American National estándar Institute presenta avances interesantes:

ANSI/NIST-ITL ‘Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information’, bien trabajando desde 1986 en el formato de intercambio de información biométrica. En su última versión (aun en desarrollo ANSI/NIST-ITL 1: 2011) incluye los siguientes sistemas: huellas dactilares, impresión palmar, impresión plantar, rostro/mugshot1, cicatrices, marcas y tatuajes (SMT); iris, ácido desoxirribonucleico (ADN), voz y registros dentales. Esta norma, provee también la estandarización de la información forense que pueda ser utilizada en el proceso de identificación de un sujeto (Etchart, Luna, Leal, Benedetto, y Álvez, 2011. p. 2).

El manejo estadístico de los sistemas es fundamental para darle una cifra que permita medir la confiabilidad de los sistemas, principalmente en las dos posibilidades de error que pueden arrojar el *software* y el *hardware* de reconocimiento biométrico: razón de aceptación falsa (RAF) consistente básicamente en la medición de la posibilidad de que una persona o individuo sea aceptado o reconocido positivamente siendo el cliente o sujeto de prueba, un impostor. La razón de falso rechazo (RFR) ocurre cuando el cliente es rechazado siendo un usuario válido, estas dos posibilidades deben tener un porcentaje alto de confianza comprobable a través de grupos de prueba (Avendaño, Bustillo, Rentería, Vargas y Figueroa, 2007. p 45). Todo sistema biométrico debe fundamentar su algoritmo de verificación en cálculos estadísticos de tipo probabilístico. Son usados con frecuencia y éxito los modelos ocultos de Markov y los modelos de mezclas gaussianas para el reconocimiento de firma (Pascual 2010, p. 13). Es importante realizar la escogencia adecuada del modelo estadístico a emplear, realizar la verificación y adaptación de distribuciones probabilísticas y teoremas porque el éxito de la realización adecuada de la verificación de la identidad depende de ello en demasía.

Los diferentes sistemas de acuerdo con el vector a medir o comparar tienen cada uno un porcentaje de eficacia y seguridad que evidentemente no ofrecen un 100% de precisión, pero realizando la combinación de varios de ellos es posible, con los limitantes de *hardware* que esto conlleva,

obtener una respuesta positiva y veraz de la identidad del individuo en prueba (Carrasco, Portugal y Peralta 2006, pp. 5-6), pero se hace necesaria la prueba de dicha combinación con el componente remoto o a distancia. Los sistemas de reconocimiento facial más exitosos utilizan la descomposición de la imagen en *eigenfaces* o pequeños bloques para comparar con la base de datos buscando el mayor número de coincidencias métricas entre los individuos disponibles para el proceso de verificación, este sistema debe su éxito precisamente a esas subdivisiones que permiten una holgura sobre los procesos holísticos ya que la influencia de factores como la posición y la iluminación pueden dificultar el proceso de reconocimiento (Long y Müller, 2006, p. 9).

Metodología

Debido a los avances en el proceso de diseño de estrategias multimedia para la alfabetización digital, la investigación se desarrollará en dos fases sincrónicas correspondientes a la implementación y desarrollo de las herramientas de reconocimiento remoto compatibles con dispositivos móviles y la fase de desarrollo y prueba de las estrategias didácticas basadas en elementos multimedia para la alfabetización digital y la educación de personas en proceso de reintegración social. Todo esto plantea un análisis cuantitativo y uno cualitativo de las condiciones y el nivel en el que se reciben los estudiantes en proceso de reintegración social y sus posteriores condiciones luego de desarrollar las etapas del proyecto, para finalmente validar elementos de seguridad estadística e informática de datos y comunicaciones, permitiendo establecer una relación entre receptor y emisor en condiciones de confianza.

El flujo básico de información inicia con el registro de cada usuario en la aplicación Windows, con sus datos básicos y las huellas digitales, esta información queda registrada en cada equipo en la base de datos SQL Server que se haya instalado en cada equipo, el servicio Windows se encarga de sincronizar esta información con la base de datos central alojada en el servidor en donde se publique la aplicación web. Para la sincronización de la información, el servicio Windows debe establecer comunicación con el servicio web expuesto en el servidor web, por tanto, el servicio web debe estar siempre disponible y publicado en un servidor que garantice su disponibilidad. Luego de sincronizada la información de las personas y las huellas, la información puede ser visualizada en el módulo de matrículas de la aplicación web, para poder registrar a las personas cargadas, en los diferentes grupos creados con

anterioridad en el módulo de cursos. Es así como la aplicación web se encarga de la creación de cursos, la matrícula de las personas sincronizadas en los cursos, y de la visualización de los registros de uso por parte de las personas desmovilizadas en calidad de estudiante.

Luego de tener matriculadas a las personas en los grupos, las personas pueden usar el módulo de identificación en la aplicación Windows, para lo cual deberán proporcionar datos de identificación, la selección del curso al cual desean dejarle el registro de uso, y pasar el dedo por el lector biométrico para la lectura de huella. A continuación, se describirá brevemente sus participantes y el método a utilizar.

Participantes

- Grupo focal de excombatientes pertenecientes a los grupos armados irregulares de Colombia y que se encuentran en proceso de reintegración con la ACR y la Oficina de Paz y Reconciliación, los cuales tienen como condición homogénea sus escasos o nulos conocimientos informáticos, sumado a ceses académicos prolongados y edad promedio superior a los 30 años.
- Corporación Universitaria de Sabaneta J. Emilio Valderrama, Unisabaneta, institución de educación superior comprometida misionalmente con el emprendimiento para la paz.
- Corporación Construyendo, con catorce años de trabajo social en las comunas 6 y 7 de Medellín en temas de paz y convivencia. Conformada por algunos excombatientes del M19.
- Escuela Virtual, grupo de investigación en temas de reinserción educativa y democratización de los procesos formativos.

Materiales

Dispositivos periféricos y *software* de reconocimiento, diseño y oferta de un curso de alfabetización digital y un paquete de cursos cortos que respalde sus ideas de generación de empresa, todos implementados en una plataforma LMS, apoyado en herramientas multimedia. Para lo cual se requiere una sala adaptada con dispositivos multimedia, conexión a internet, tablets de 7" para entregar a cada uno de los estudiantes como herramienta de trabajo formativo y aplicación LMS.

Herramientas de desarrollo y tecnologías

El proyecto se compone en su desarrollo de aspectos técnicos, en los que se usaron las siguientes herramientas para su desarrollo, así como diferentes tecnologías y *frameworks*.

Sistema operativo: Microsoft Windows 10 para la aplicación y el servicio Windows Microsoft Windows Server para la aplicación web y el servicio web

IDE: Visual Studio 2013 Professional, Motor de Base de Datos, Microsoft SQL Server 2014

Framework: Windows SDK 10, NET Framework 4.5, Bootstrap.

Lenguaje de programación: aplicación Windows de escritorio Asp.Net C#, Aplicación Web Asp.Net C# AJAX, Servicio Windows Asp.Net C#, Servicio Web Asp.Net C#, JavaScript, HTML 5, CSS.

Navegador web: Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Google Chrome

Alojamiento: Alojamiento con Internet Information Service 8.0 (IIS) o superior, con acceso a internet.

Requerimientos técnicos

Los requerimientos de *hardware* y *software* necesarios para ejecutar el entorno de aplicaciones y servicios de BioRemoto se detallan a continuación, y hacen parte del conjunto de dispositivos, servicios y *software* requeridos para el funcionamiento adecuado de las aplicaciones del proyecto.

Requerimientos de *hardware*: los requerimientos de *hardware* son las características que debe tener el *hardware* de una computadora (parte física) para poder soportar o ejecutar una aplicación, para el caso del entorno de aplicaciones y servicios, los requerimientos mínimos para el funcionamiento son los siguientes:

Servidor(es)

Tipo: servidor Rack

Procesador: Intel Xeon

Memoria RAM: 16 GB

Capacidad de almacenamiento: 1 TB
Sistema Operativo: Windows Server 2012 Standard
Firewall: Cisco Meraki

Equipo(s) usuario(s) final(es)
Tipo: Computador portátil con lector de huellas incorporado
Procesador: Intel Core I5
Memoria RAM: 6 GB
Capacidad de almacenamiento: 500 MB o más
Sistema Operativo: Windows 10 Professional

Internet

El valor de la velocidad o cantidad del ancho de banda del internet es relativo a la concurrencia de usuarios finales.

Requerimientos de *software*: los requerimientos de *software* son las características que debe tener el programa instalado en una computadora para poder soportar o ejecutar una aplicación o un dispositivo específicos, para el caso de entorno de BioRemoto, los requerimientos de *software* varían según la aplicación o servicio del que se hable.

Las condiciones para el correcto funcionamiento son las siguientes:

Sistema operativo

- Microsoft Windows 10 para la aplicación y el servicio Windows
- Microsoft Windows Server para la aplicación web y el servicio web

Motor base de datos

- Microsoft SQL Server 2014

Framework

- Windows SDK 10
- .NET Framework 4.5
- .NET Framework 4.0

Navegador web

- Microsoft Edge
- Mozilla Firefox
- Google Chrome

Diseño y procedimiento

Desarrollo de herramientas de reconocimiento, *hardware* y *software*, pruebas o *testing*, registro, generación de propuesta tecnopedagógica para el proceso de reintegración, la cual se construirá tomando como referente los aportes y experiencias vivenciados y manifestados por los estudiantes, en pro de ofrecer una aplicación LMS y un *software* y *hardware* de reconocimiento que les brinde una certificación de asistencia equivalente a la presencialidad

Restricciones principales y factores de riesgo

- Se debe contar con acceso a internet por parte del cliente para la sincronización de las personas y los registros de uso.
- El servidor que aloja el servicio web debe tener alta disponibilidad o bajas caídas de tiempo de servicio para la sincronización de las aplicaciones cliente (aplicaciones Windows).
- Dependiendo de la cantidad de usuarios recurrentes, se debe contar con alta infraestructura y servicios, tales como el internet, respaldo de datos, servidores, entre otros.
- Se debe tener en cuenta que las limitaciones en conocimiento tecnológico que puedan tener las personas desmovilizadas, para lo cual se debe contar con un programa especial para la sensibilización y el acercamiento de estas personas a las TIC.
- El proceso de registro de huellas puede ser un proceso que requiera tiempo y se puede hacer extenso según la cantidad de personas que vayan a hacer uso del sistema.
- A cada persona o núcleo familiar se le debe entregar un computador portátil con lector biométrico para las huellas, con la instalación de las aplicaciones y servicios necesarios y todo el software necesario, lo que implica un tiempo extenso en la preparación de cada equipo portátil.

Diagrama entidad relación

Un diagrama entidad relación es un modelo que sirve para representar gráficamente las entidades relevantes de un sistema de información y la forma en cómo se relacionan las mismas, con características particulares denominadas atributos.

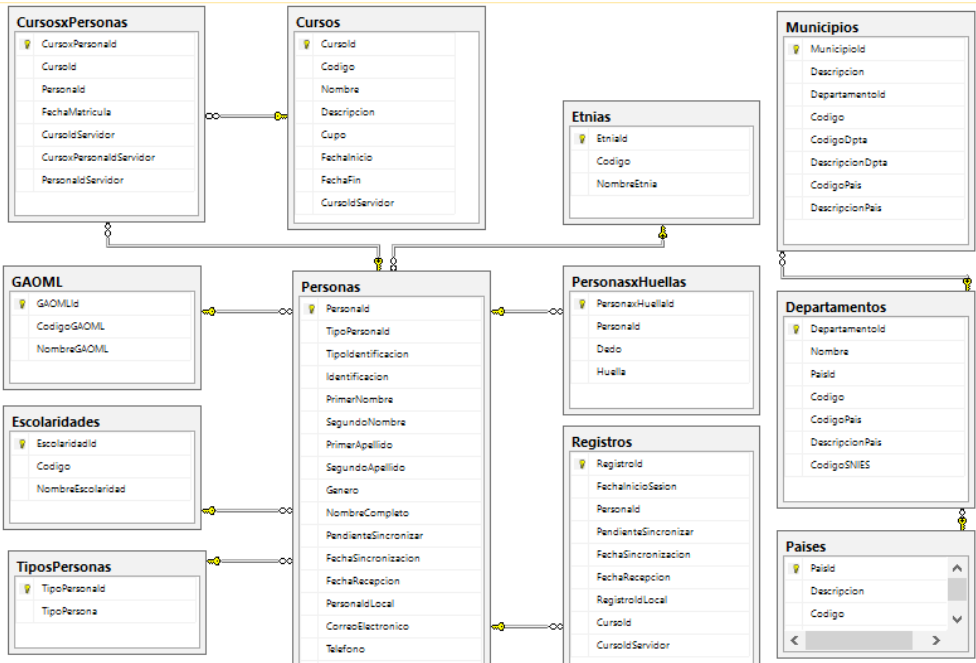


Figura 47. Diagrama entidad relación de la aplicación

Fuente: elaboración propia.

Resultados

El resultado principal de este proyecto de investigación corresponde a una App que utiliza el inicio de sesión de Windows, autorizado por huella digital, como información de identificación de usuario. En este caso el usuario es una persona en proceso de reintegración social desmovilizadas de los grupos armados irregulares de Colombia. Haremos una breve descripción de la funcionalidad del *software* para mostrar la amigabilidad de este y el resultado final a los usuarios.

La aplicación Windows se ocupa de llevar a cabo el registro de personas, huellas y la identificación de personas luego de realizado el registro inicial. La parte de registro de personas es utilizada por el administrador del sistema y la parte de identificación de usuarios, para llevar a cabo el proceso de registros de uso, es usada por los estudiantes o desmovilizados.

- **Perfil**

La aplicación permite la selección del perfil con el que se desea trabajar, si es estudiante debe seleccionar la opción *Estudiante* y hacer clic en el botón *Ingresar*, si es un usuario administrador, debe seleccionar la opción *Administrador* y hacer clic en el botón *Ingresar*, o si desea cerrar la aplicación, debe hacer clic en el botón *Salir*.

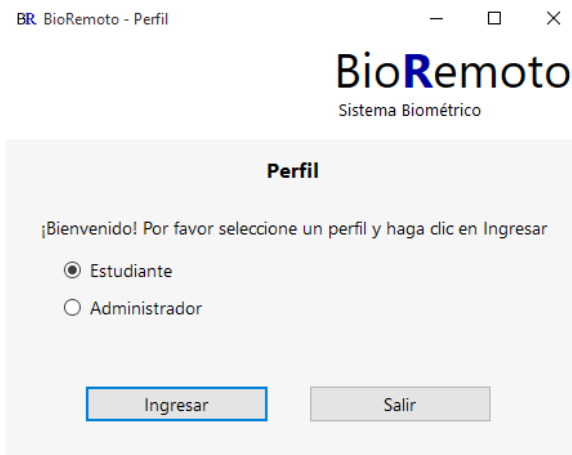


Figura 48 Menú de selección de perfil

Fuente: elaboración propia.

- **Perfil estudiante**

El estudiante debe identificarse en el sistema, seleccionar el curso y autenticarse, así es como él o los administradores del sistema saben los registros de uso de cada estudiante.

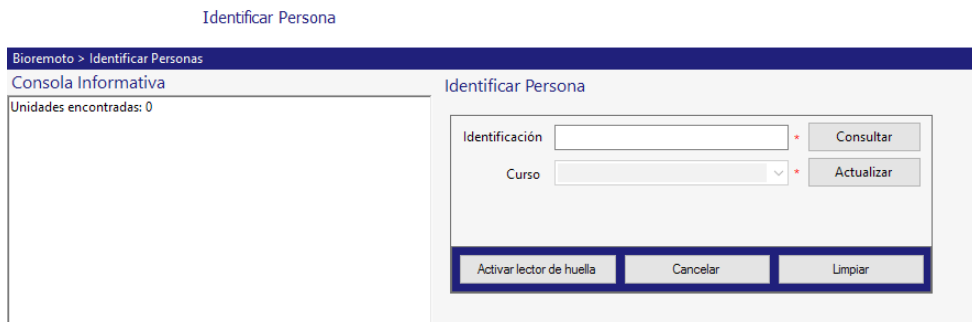


Figura 49. Perfil de estudiante

Fuente: elaboración propia.

Para comenzar, el usuario debe ingresar el campo identificación, luego hacer clic en consultar y se le cargarán los cursos en los que está matriculado, si no le cargan los cursos, entonces debe sincronizar la base de datos local con la base de datos central, esto se lleva a cabo haciendo clic en el botón *Actualizar*. Al tener cargados los cursos, el estudiante debe seleccionar el curso al cual quiere que le quede asociado el registro de uso para ser sincronizados con la base de datos central. Luego de seleccionar el curso, se debe hacer clic en el botón *Activar Lector de Huella*. Como se puede observar, en el lado izquierdo de la pantalla, se encuentra la consola de información, esta consola, va informando el paso a paso sobre lo que ocurre con el lector de huellas. Es así, como se puede ver cómo son las lecturas de huella, si fueron exitosas o se produjo algún error, caso en el cual se debe volver a pasar el dedo por el lector para una nueva lectura. Cuando la lectura de huella fue exitosa, la consola muestra un mensaje con los datos personales de la persona que se autenticó, junto con la fecha y la hora actual, así es como queda registrado localmente nuestro registro de uso en el sistema, que posteriormente se sincronizará con la base de datos central con la ayuda del Servicio Windows.

- **Perfil administrador**

El administrador debe seleccionar la opción *Administrador*, luego autenticarse con el mismo usuario y contraseña con el que accede al sistema web BioRemoto. Luego de una autenticación satisfactoria, el usuario tiene acceso al módulo de ingreso de personas, en donde realiza el ingreso de los datos básicos de los estudiantes y las huellas de cada una de las personas.

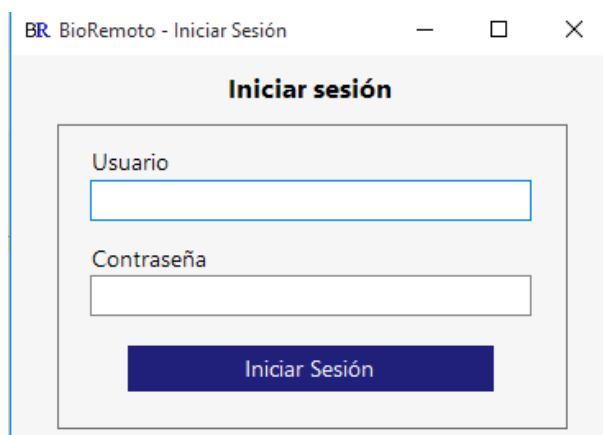
La imagen muestra una ventana de navegador con el título "BR BioRemoto - Iniciar Sesión". El contenido principal es un formulario con el título "Iniciar sesión". El formulario contiene dos campos de entrada: "Usuario" y "Contraseña", cada uno con un recuadro de texto blanco y un borde azul. Debajo de estos campos hay un botón rectangular de color azul oscuro con el texto "Iniciar Sesión" en blanco.

Figura 50. Menú de acceso para sesión de administrador

Fuente: elaboración propia

El usuario administrador ingresa todos los campos obligatorios mínimamente, hace clic en *Guardar*, para almacenar a la persona en el sistema, luego hace clic en el registro que se lista a la derecha de la pantalla, en el listado de personas, al hacer esto, puede modificar los datos ingresado con anterioridad y hacer clic nuevamente en guardar para actualizar el registro o cancelar la acción de actualización para dejar el registro como se encontraba anteriormente.

También al hacer clic sobre el registro del listado de persona, puede hacer clic en el botón de *Activar lector* para realizar el ingreso de la huella. El progreso del ingreso de la huella se va mostrando en la consola informativa, que se encuentra en el lado izquierdo de la pantalla. El proceso de ingreso de la huella consiste en pasar mínimamente cuatro veces el dedo por el lector de huellas del equipo de cómputo, y según cada que lo vaya indicando la aplicación, esto realiza un promedio entre los datos tomados por el lector de huellas y almacena la lectura de la huella en el sistema para el posterior proceso de identificación.

Si desea cancelar el proceso de ingreso de huella, puede hacer clic en el botón *Cancelar*. Si el proceso muestra un mensaje de error o de mala lectura, se debe volver a pasar el dedo por el lector, hasta conseguir una buena lectura o un paso exitoso. Si luego de diez intentos de lectura de huella no es posible realizar el promedio que el sistema requiere para poder almacenar la huella de la persona, el proceso se cancela y se debe reiniciar desde cero, haciendo clic nuevamente en el botón de *Activar Lector*.

- **Servicio Windows**

El servicio Windows se encarga de mantener las bases de datos locales actualizadas en cuanto a las matrículas de cursos asociadas a las personas desmovilizadas realizadas en la aplicación web, y de mantener la base de datos central, la aplicación web sincronizada con los registros de personas nuevas, sus huellas, y los registros de uso de TIC. El servicio Windows solo requiere que esté en ejecución y lo podemos verificar consultando los servicios de Windows, allí buscamos el servicio *BioRemoto Sincronizador*, verificamos que este en ejecución y en modo inicio automático.

- **Aplicación Web**

La aplicación web es usada por el administrador del sistema para llevar el control centralizado de toda la información. Allí reposan todos los registros de personas, registros de uso, cursos y matriculas. Cada registro de personas realizadas en la aplicación Windows se sincroniza y se almacena en la base de datos del servidor central, la aplicación web permite administrar los cursos y las matriculas, así como los registros de autenticación de uso de las personas.



Figura 51. Login o página de autenticación

Fuente: elaboración propia.

El menú de la aplicación está compuesto por el logo, opciones que redireccionan a las páginas de la aplicación, información del usuario autenticado y la opción de cerrar sesión, como puede verse en la figura 52. Las páginas internas de la aplicación son las de *Registros*, *Cursos* y *Matriculas*. Haciendo clic en cada una de las opciones se redireccionará a las diferentes páginas de la aplicación.



Figura 52. Menú de servicios de la aplicación

Fuente: elaboración propia.

• Registros

Registros

Filtrar por: Identificación

Registroid	Fecha Inicio Sesión	Identificación	Persona	Cód. Curso	Curso	Fecha Sincronización	RegistroidLocal
5	17/05/2017 4:30:37 p.m.	9991	karen mora	5010	MATEMATICAS I	17/05/2017 4:58:18 p.m.	25
6	17/05/2017 4:30:43 p.m.	1010	OMAR GRANADOS	5010	MATEMATICAS I	17/05/2017 4:58:18 p.m.	26
7	17/05/2017 4:31:32 p.m.	9991	karen mora	5012	MATEMATICAS III	17/05/2017 4:58:18 p.m.	27

Figura 53. Registros desplegados por el sistema

Fuente: elaboración propia.

En el módulo de registros, se pueden encontrar todos los registros de uso que han sido sincronizados desde todas las diferentes aplicaciones Windows que son usadas por los desmovilizados. Se pueden ver en los registros las fechas en las que quedó registrado el evento de identificación biométrica (huella), la persona que se identificó y que curso seleccionó.

• Filtro

Filtrar por: NombreCompleto

Registroid	Fecha Inicio Sesión	Identificación	Persona	Cód. Curso	Curso
5	17/05/2017 4:30:37 p.m.	9991	karen mora	5010	MATEMATIC
7	17/05/2017 4:31:32 p.m.	9991	karen mora	5012	MATEMATIC

Figura 54. Registros desplegados por el sistema

Fuente: elaboración propia.

Para usar el filtro de registros, se debe seleccionar el campo por el cual se quiere buscar, bien sea por el nombre o la identificación de la persona, luego se ingresa el valor a buscar, por ejemplo, “Mora”, y finalmente se hace clic en el botón de “busca”, esto filtra el listado de registros que hay en la parte inferior y que coincide con los valores de búsqueda. Si se desea volver a ver todos los registros se puede colocar en el valor de búsqueda un cero “0” y luego en *Buscar curso* o se puede hacer clic directamente en el botón de *Mostrar todo* sin necesidad de ingresar el valor de búsqueda cero.

• Cursos

BioRemoto
Sistema Sembrado

Registros Cursos Matriculas

Lista de Cursos

Cursos

Código *

Nombre *

Descripción *

Cupo *

Fecha Inicio *

Fecha Fin *

Guardar

Listado de Cursos

Filtrar por: Nombre

Código	Nombre	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Fin	Cupo	Matriculados	Disponibles	Editar	Consultar
5019	MATEMATICAS I	MATEMATICAS OPERATIVAS COMO BASE DE INCREMENTO DE RAZÓN	2022/01/17 12:00:00 a.m.	3/02/2017 12:00:00 a.m.	30	6	25	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="🔍"/>
5012	MATEMATICAS II	CONCEPTOS BASICOS DE LAS DIFERENCIA MATEMATICAS			22	0	22	<input type="button" value="✎"/>	<input type="button" value="🔍"/>

Figura 55. Menú de creación de cursos

Fuente: elaboración propia.

La página inicia con la posibilidad de ingresar datos de un curso inmediatamente se accede a la página o de bajar a consultar mediante el filtro de búsqueda, los cursos en el listado que aparece en la parte inferior de la página. Para el ingreso de un curso, se deben llenar los campos solicitados, tales como *Código*, *Nombre*, etc. y hacer clic en el botón *Guardar*. El sistema valida que los campos obligatorios hayan sido ingresados, si se cumplen las validaciones de los campos el sistema almacena el registro del curso y se puede ver en el listado de cursos ingresados que está en la parte final de la página.

• Formulario para el ingreso de datos

Código *

Nombre *

Descripción *

Cupo *

Fecha Inicio *

Fecha Fin *

Figura 55. Formulario para el ingreso de datos

Fuente: elaboración propia.

Se deben diligenciar todos los datos obligatorios y al finalizar el ingreso de los mismos, se debe hacer clic en el botón de guardar para que se almacene el registro.

• Filtro

Listado de Cursos

Filtrar por

Figura 56. Menú de filtrado de cursos

Fuente: elaboración propia.

Para usar el filtro de cursos, se debe seleccionar el campo por el cual se quiere buscar, tal como el nombre del curso o el código del curso, luego se ingresa el valor a buscar, por ejemplo, *MATEMATI* y, finalmente se hace clic en el botón de *Buscar curso*, esto filtra el listado de cursos que hay en la parte inferior. Si se desea volver a ver todos los registros se puede colocar en el valor de búsqueda un cero “0” y luego en *Buscar curso* o se puede hacer clic directamente en el botón de *Mostrar todo* sin necesidad de ingresar el valor de búsqueda cero.

• Listado de cursos

Código	Nombre	Descripción	Fecha Inicio	Fecha Fin	Cupo	Matriculados	Disponibles	Editar	Consultar
5010	MATEMATICAS I	MATEMATICAS OPERATIVAS DE RAZÓN	2/02/2017 12:00:00 a.m.	3/02/2017 12:00:00 a.m.	30	4	26		
5012	MATEMATICAS III	CONCEPTOS BASICOS			22	0	22		
8080	CONSTITUCION POLITICA	CONCEPTOS	2/02/2017 12:00:00 a.m.	3/02/2017 12:00:00 a.m.	4	0	4		

Figura 57. Listado de cursos según filtrado

Fuente: elaboración propia.

En el listado de cursos se tiene el control de todos los registros de cursos ingresados en la aplicación con su información básica, así como también la cantidad de cupos, personas matriculadas en cada curso, los cupos disponibles, la opción de editar y la de consultar los inscritos o matriculados al curso. Permite ver los matriculados en cada curso y muestra un listado en la parte inferior de la página luego de hacer clic sobre cada registro de curso.

• Listado de matriculados

Listado de Matriculados

Cód. Curso	Persona	Identificación	Teléfono	Celular	Correo	Fecha Matricula
5010	karen mora	9991				2/02/2017 12:00:00 a.m.

Figura 58. Listado de matriculados

Fuente: elaboración propia.

El botón de *Editar* sirve para actualizar la información ya ingresada con anterioridad de cada curso, al hacer clic, la información del curso se carga en el formulario de ingreso de datos, allí podemos modificar la información del curso y tenemos las opciones de actualizar, cuando queramos finalizar la edición de la información, cancelar por si no se quiere realizar cambios sobre el curso o también la posibilidad de eliminar el registro, haciendo clic en el botón de eliminar.

• Matrículas

Matrículas

Estudiantes

Filtrar por: Identificación

Estudiante

Cursos Matriculados

Cursos Disponibles

Filtrar por: Nombre

Figura 59. Menú de matrículas

Fuente: elaboración propia.

En el módulo de matrículas se realizarán las inscripciones de las personas a los cursos creados. Para comenzar lo primero que se debe hacer es buscar a la persona que queremos matricular en algún curso.

Estudiantes

Filtrar por

Estudiante

Figura 60. Módulo de estudiantes matriculados

Fuente: elaboración propia.

Luego de realizar la búsqueda, se cargan las personas que coinciden con los datos de búsqueda y se debe seleccionar a la persona que se quiere matricular. Al seleccionar la persona se listan los cursos en los que ya se encuentra matriculado el estudiante..

Estudiante

Cursos Matriculados


Código	Nombre	Fecha Matrícula	Borrar
5012	MATEMATICAS III	17/05/2017 3:18:06 p.m.	

Figura 61. Menú de cursos disponibles

Fuente: elaboración propia.

Para consultar los cursos disponibles, se hace uso del filtro de búsqueda. Si se desea ver todos los registros se puede colocar en el valor de búsqueda un cero “0” y luego en *Buscar curso* o se puede hacer clic directamente en el botón de *Mostrar todo* sin necesidad de ingresar el valor de búsqueda cero.

Cursos Disponibles

Filtrar por



Código	Nombre	Fecha Inicio	Fecha Fin	Cupo	Matriculados	Disponibles	Matricular
5010	MATEMATICAS I	2/02/2017 12:00:00 a.m.	3/02/2017 12:00:00 a.m.	30	3	27	
8080	CONSTITUCION POLITICA	2/02/2017 12:00:00 a.m.	3/02/2017 12:00:00 a.m.	4	0	4	

Figura 62. Visualización de todos los cursos matriculados

Fuente: elaboración propia.

Allí se listan los cursos disponibles con la información de cada curso y los cupos disponibles de cada curso con el botón de *Matricular*; que haciendo clic en este botón, se estará indicándole al sistema que inscriba a esta persona al curso correspondiente. Quedando matriculado en el curso, el listado de cursos matriculados se actualizará con el nuevo curso.

- **Servicio Web**

El servicio web se encarga de permitir la interacción entre la aplicación web y la aplicación Windows. El canal funciona como un canal de comunicación bidireccional, en donde se sincroniza la base de datos central (aplicación web) y así mismo se sincronizan las bases de datos locales (aplicaciones Windows) de cada estudiante. El servicio web no requiere de supervisión luego de instalado y se encuentre en normal funcionamiento.

Conclusiones

Utilizando *hardware* presente en equipos de uso común y manipulando el *software* de manera conveniente, es posible realizar procesos innovadores. Es absolutamente necesario colaborar al proceso de reintegración social en Colombia, para personas desmovilizadas para lograr una paz permanente.

Hay una versatilidad enorme para la utilización de los sistemas de reconocimiento en diferentes procesos legales y no legales en el país.

Las instituciones de educación superior con facultades de sistemas y áreas afines deben buscar las formas de inclusión a la sociedad de la información de estas personas que han permanecido aisladas de la tecnología.

Referencias bibliográficas

- Avendaño-Cañada, D., Bustillo-Hernández, C., Rentería-Agualimpia, W., Vargas-Medina, E. y Figueroa-Nazuno, J. (2007). Análisis multidimensional de plataformas computacionales para educación a distancia. En J. Figueroa, E. Vargas y N. Cruz (Eds.), *Metodología para la educación a distancia* (pp. 19-30). Ciudad de México: Instituto Politécnico Nacional.
- Carrasco, M., Portugal, R. y Peralta, B. (2006). Reconocimiento biométrico de audio y rostro: un sistema viable de identificación. Recuperado de <https://bit.ly/39qllvO>
- Duart, J. (2003). Educar en valores en entornos virtuales de aprendizaje: realidades y mitos. Recuperado de <https://www.uoc.edu/dt/20173/index.html>
- Duró, V. E. (2001). *Evaluación de sistemas de reconocimiento biométrico*. Mataró: Escuela Universitaria Politécnica de Mataró.
- Etchart, G., Luna, L., Leal, C., Benedetto, M. G. y Álvarez, C. (2011). Sistemas de reconocimiento biométricos, importancia del uso de estándares en entes estatales. Recuperado de <https://bit.ly/3jxAAId>
- Long, S. y Müller, O. V. (2006). *Verificación biométrica automática de identidad mediante reconocimiento facial* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.
- Moreira, M. A. (2002). Igualdad de oportunidades y nuevas tecnologías: un modelo educativo para la alfabetización tecnológica. *Educar*, (29), 55-65.

Pascual Gaspar, J. M. (2010). *Uso de la firma manuscrita dinámica para el reconocimiento biométrico de personas en escenarios prácticos* (Tesis de doctorado). Universidad de Valladolid, Valladolid.

Pinto Borrego, M. E., Vergara Ballén, A. y Lahuerta Percipiano, Y. (2003). *Diagnóstico del programa de reinserción en Colombia: mecanismos para incentivar la desmovilización voluntaria individual*. Bogotá: DNP.

Capítulo 10

Eficiencia en la venta de secadores de grano, un análisis determinístico y estocástico en empresas colombianas¹

Efficiency in the sale of grain dryers, a deterministic and estocastic analysis in colombian companies

Jhony Mauricio Gutiérrez Flórez², Jaime Alejandro Ospina Betancurt³,
Lester Darío Portillo Jiménez⁴, José Alejandro Maestre Quiroz⁵

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo proponer un prototipo metodológico para el análisis de la eficiencia en la venta de equipos comerciales de secado de café. Su finalidad será establecer una ruta de actuación para la mejora de dicha eficiencia que podría propiciar una mayor innovación y que afecta directamente al sector cafetero. El trabajo se desarrolló inicialmente con datos aleatorios por medio de encuestas llenadas al azar para determinar la viabilidad de la metodología. Se realizó una revisión bibliográfica de aspectos relevantes en este sector para posteriormente generar el análisis determinístico y probabilístico y finalmente realizar unas conclusiones básicas y proponer la continuidad del prototipo.

Palabras clave: eficiencia, innovación, prototipo, secadores.

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Evaluación de la eficiencia, el impacto ambiental y los costos del proceso para un sistema híbrido de secado de café* y realizado en la Fundación Universitaria Autónoma de las Américas.

² Magíster en Gestión Energética Industrial, ingeniero mecánico. Fundación Universitaria Autónoma de las Américas. E-mail: jhony.gutierrez@uam.edu.co.

³ Magíster en Gestión Energética Industrial, ingeniero electricista. Fundación Universitaria Autónoma de las Américas. E-mail: jaime.ospina@uam.edu.co.

⁴ Ingeniero industrial. Fundación Universitaria Autónoma de las Américas. E-mail: Lester.portillo@uam.edu.co

⁵ Ingeniero administrativo. Egresado Fundación Universitaria Autónoma de las Américas. E-mail: jose.maestre@uam.edu.co

Introducción

Actualmente el proceso de beneficio del café en Colombia se ha venido desarrollando con aportes de los centros de investigación que trabajan para lograr una actualización tecnológica eficiente. Colombia ha sido uno de los países que se ha caracterizado por producir café de calidad, al igual que países como Brasil, Vietnam y Honduras, sin embargo, es necesario mantener buenas prácticas en la producción con el fin de hacerla permanente. Es por esto que los centros de investigación cumplen una función primordial en los avances relacionados a este fin. Los avances en materia de ingeniería logran aportar al desarrollo del sector en sostenibilidad, economía, impacto ambiental e impacto social (Oliveros y Sanz, 2011). La reducción en los costos es un factor que representa gran parte de las investigaciones, ya que para la etapa de beneficio del café son necesarios una buena selección y buen manejo de la tecnología, además del uso adecuado del combustible, el cual representa alrededor del 75% del costo total del proceso (Oliveros, Sanz, Ramírez y Peñuela, 2009). Es por esto que el presente estudio busca realizar un análisis de las variables que pueden ser determinantes para una empresa que vende equipos comerciales de secado de café. Partiendo de allí podemos generar unas variantes que pueden dictaminar posibles estudios posteriores, incluyendo a todo tipo de empresas y clientes que puedan aportar a una mayor eficiencia del secado de café. Aunque el sistema más económico es el secado tradicional de secadores solares, es un sistema con una baja eficiencia en cuanto al tiempo del proceso. Condiciones como la sobreexposición a la luz solar, flujo de aire mínimo, condiciones climáticas, la falta de control de humedad, secado excesivo y la superficie en la que se desarrolla el proceso, pueden determinar en gran medida la calidad del café, sacrificando las características del grano por un costo relativamente bajo. Por lo tanto, el sistema más utilizado es el secado mecánico, en el cual una corriente de aire caliente seca el grano de manera rápida, logrando una mayor eficiencia en el tiempo y sistema sobre el que se realizará la evaluación (Henaó, 2015).

El trabajo constará de una primera parte en la cual se definirán los conceptos, el marco teórico y el estado del arte relacionado con el tema objeto de estudio; una segunda parte donde se define la metodología a utilizar, los resultados del análisis de los datos y, finalmente, realizar unas conclusiones y recomendaciones a trabajos que se pueden dar posteriores a este. La investigación realizada hace parte del proyecto de investigación

Evaluación de la eficiencia, el impacto ambiental y los costos del proceso para un sistema híbrido de secado de café, financiado por la Fundación Universitaria Autónoma de las Américas, en convenio con Cenicafé. El estudio aporta a la línea de investigación en competitividad, modelación y productividad, del grupo de investigación GICEA de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

Antecedentes

La investigación relacionada con el café en el país abarca variedad de temas. La producción de café debe actualizarse continuamente, siempre buscando que los procesos relacionados sean cada vez más eficientes (Oliveros y Sanz, 2011). La caficultura es uno de los sectores económicos que aportan significativamente al PIB en el país. Aunque el cultivo de café durante el 2017 disminuyó en 1,7 % respecto al 2016 (DANE, 2018), el sector aporta 22 % del PIB en agricultura y 12 % del PIB agropecuario al cierre de 2017 para un promedio de 4 % del PIB total (FNC, 2018). Esto exige a las organizaciones dedicadas a este sector, una actualización permanente de los procesos. Actualmente, existen centros de investigación como es el caso del Centro Nacional de Investigadores de Café (Cenicafé), creado por la Federación Nacional de Cafeteros y dedicado a estudiar los aspectos relacionados con la producción en las fincas, la cosecha, el beneficio, la calidad del grano, el manejo y la utilización de los subproductos de la explotación cafetera y la conservación de los recursos naturales de la zona cafetera colombiana (Cenicafé, s.f.). Por tanto, las acciones que desarrolla Cenicafé buscan cerrar las brechas entre los competidores internacionales, de manera que todas las etapas de producción garanticen un café de alta calidad.

Desde la etapa de cultivo se deben mantener buenas prácticas, ya que en la comercialización del producto en cualquiera de sus etapas pasa por altos estándares de calidad (Córdoba y León, 2013). Es claro que el mal manejo de la producción en cualquiera de sus etapas puede desequilibrar las etapas posteriores. El estudio se centra en el análisis de la etapa de beneficio del café. El proceso de beneficio comprende la clasificación, lavado, despulpado, remoción de mucílago y secado (Oliveros, Ramírez, Sanz y Peñuela, 2007). El estudio se desarrolla específicamente en el secado del café. Partiendo del enfoque del estudio se infiere que el problema de la investigación general de la “evaluación de la eficiencia, el impacto ambiental y los costos del

proceso para un sistema híbrido de secado de café”, radica en determinar la eficiencia de los sistemas de secado de café, etapa crucial del beneficio del café, que puede influir directamente en la calidad del grano que va a ser comercializado. En esta etapa se utilizan varios sistemas, los cuales arrojan diferentes eficiencias en cuanto al tiempo, calidad y costos asociados que pueden derivar en el éxito de una organización. Se destacan entre estos el secado mecánico y el secado solar, siendo los sistemas tradicionales utilizados en la industria (Gutiérrez, 2008).

Se han realizado múltiples estudios relacionados con la eficiencia en el secado del café, como es el caso de (Oliveros, Sanz, Ramírez y Peñuela (2009), quienes buscaron en su momento, dejar claro que el secado por medio de silos es eficiente, ya que de acuerdo a las condiciones climáticas y el volumen de producción, el secado solar en camas se vuelve ineficiente. Lo anterior se puede validar con el estudio de Lara (2016), quien determina que, en el factor de calidad en las características químicas y físicas del secado del café en condiciones tradicionales, es decir, secado solar en camas, arroja como resultado una serie de inconvenientes asociados a la calidad del grano y la eficiencia del sistema en el secado del café. Investigaciones similares buscan generar un sector más competitivo, se han implantado nuevas variedades de café con el fin de estimular la producción de café, tal y como lo demuestra el estudio realizado por (Duque, Posada y Alvarado, 2005), en el cual se realiza un análisis económico de la implantación de estas variedades en los cafetales colombianos y los cuales arrojan como resultado granos que pueden ser más resistentes a las plagas y que pueden garantizar en un proceso anterior al secado, unas etapas posteriores más eficientes. Como se ha demostrado, la estimulación a la producción de café eficiente y la constante investigación pueden generar cambios beneficiosos, teniendo presente la eficiencia de los sistemas, al igual que su impacto ambiental y social.

El combustible también es un aspecto importante dentro de la evaluación de eficiencia, ya que representa alrededor del 75 % de los costos totales de acuerdo con Duque y Saldarriaga (2001). Dependiendo del tipo de combustible y del sistema utilizado para el secado en el proceso de beneficio, se difieren las eficiencias. A partir de las eficiencias también se debe tener en cuenta la situación ambiental que se vive actualmente, que lleva a que las empresas deban buscar el uso racional de los sistemas energéticos en los procesos, con el fin de mitigar el impacto que se genera al ambiente por medio de la

planificación, el control y la de toma de decisiones (Campos, Prías, Quispe, Vidal y Lora, 2008). Lo anterior hace importante que las empresas generen sus propios sistemas de gestión de la energía, con el cual se contribuya a las buenas prácticas productivas, generando conciencia que la gestión de la energía debe ser periódica y no solo se debe realizar respondiendo a cambios que se den en los costos, es decir, que no sean acciones reactivas que generan cambios momentáneos y que además se prolonga en el tiempo.

A partir de la creación de entidades de investigación y la organización de cafeteros, se vienen logrando avances en la actualización de sistemas más eficientes para el secado del café como es el caso de la investigación realizada por (Oliveros *et al.*, (2009), los cuales miden la eficiencia de diferentes sistemas de secado en silos y arrojan como resultado que el secado mecánico reduce el tiempo de secado y deterioro por exposición prolongada a la luz solar. Vale la pena destacar que en ocasiones la tecnología para el secado del café y la actualización de los sistemas es muy costosa, por lo tanto, es necesario seguir la senda de la investigación en cuanto a la búsqueda de sistemas más eficientes en las diferentes etapas de beneficio del café, teniendo en cuenta que la tendencia es a utilizar energías más amigables con el medio ambiente. Después de reconocer la importancia de la eficiencia de secado de café, el presente estudio se establece como etapa inicial para el recorrido que pretende cumplir el estudio general planteado y que sentará las bases para continuar con estudios posteriores que ayuden al objetivo de la investigación global.

Marco teórico

El café es una bebida que se obtiene de la infusión de las semillas tostadas y molidas de las plantas del café o cafetos, con su nombre científico *Coffea*. Los cafetos son arbustos de hoja perenne de la familia de las rubiáceas. El fruto de estos arbustos contiene dos semillas o granos de café, elementos para el consumo posterior. Es del tipo drupa, con una primera capa carnosa y una segunda endurecida, como acartonada, conocida como pergamino, donde contiene las semillas. Tiene color rojizo y debido a su parecido en tamaño a una cereza, se le conoce como café cereza.

Tipos de café

Existe una treintena de variedades, pero las más importantes son las siguientes:

- **Café arábica (*Coffea arábica*)**

Puede que se trate de la especie original del café. A pesar de su nombre, procede de Etiopía y actualmente se cultiva en zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, entre los 1.300 y los 2.800 msnm y cuanto más alto, más calidad. Necesita temperaturas entre los 15 y los 24 °C. Es una variedad con menor cafeína que la robusta (0,8-1,4 %), es la más importante, con una producción mundial del 70 %, y la de mayor calidad, utilizándose para los cafés tipo expreso, pero es la menos productiva, entre 1.500 y 3.000 kg por hectárea. Puede llegar a los 12 m, pero en el cultivo se encuentra con alturas inferiores de 4,5 m. La infusión es muy perfumada, dulce, ligeramente ácida, con muchos matices de sabor, con un toque amargo y un color avellana claro que tiende al rojizo (Besora, 2015).

- **Café robusta (*Coffea canephora* o *Coffea robusta*)**

Con casi un 30 % de la producción mundial, esta especie es más resistente que la arábica a enfermedades, sobre todo a la roya del café, la *collegora* y los nematodos. Procedente de África occidental, esta variedad se cultiva en muchas zonas tropicales del mundo, desde el nivel del mar hasta los 700 msnm. El rango de temperaturas necesario para crecer es de los 24 a los 30 °C, más elevada que la arábica. Tiene casi el doble de cafeína que la arábica, entre el 1,7 y el 4 %, dándole un sabor más amargo, razón por la cual se utiliza para cafés solubles o mezclas con la arábica. Se trata de cafés ásperos, astringentes, poco perfumados, más amargos y con un color marrón grisáceo (Besora, 2015).

Proceso de transformación del café

- **Recolección de la semilla**

Este proceso debe hacerse solo cuando los frutos sean maduros, identificándose su punto de maduración con el color rojo. Si el punto de maduración no es el correcto, su procesado es dificultoso y el producto obtenido es de baja calidad. Se puede notar en el sabor del café en taza, aumenta el sabor amargo si el grano está verde, y sabor fuerte y áspero, cuando el fruto es demasiado maduro (Besora, 2015).

- **Recibo del café**

Es importante tener un control estricto en esta fase para obtener una calidad uniforme. Por tanto, es importante que el fruto esté maduro y no mezclarlo con el verde, ni con el seco, ni con impurezas. El café verde se puede procesar en una línea distinta. Después, no dejarlo expuesto al sol (Besora, 2015).

- **Beneficiado**

- Clasificación del fruto
- Despulpado
- Desmucilaginado
- Lavado del café fermentado
- Clasificación
- Secado
- Almacenamiento.

- **Secado del Café**

Uno de los principales procesos en la obtención del café es el secado, ya que la humedad influye notablemente en el almacenado del grano de café. Muchos microorganismos atacan el grano si este está excesivamente húmedo, lo dañan y deterioran su aspecto. El secado rápido del café recién recolectado evita el crecimiento de hongos y la producción de ocratoxina A. Consiste básicamente en disminuir la humedad de valores de alrededor del 55 % a valores próximos al 12 %. Un buen secado dará características a los granos que afectan a la calidad del café, como pueden ser: apariencia en oro, uniformidad de color, peso justo y sabor. También se clasifica el proceso de secado en diferentes fases:

Oreado: secado de la humedad superficial entre los granos y la superficie del pergamino. Se pasa del 55 % de humedad a valores de 48 %.

Presecado: se evapora el agua que se encuentra entre el pergamino y el grano, y en los poros del grano, reduciendo la humedad hasta un 32 %.

Secado: se elimina el agua ligada al grano. Se llega a los valores de 12,5 %. Esta fase, a diferencia de las anteriores no depende de las condiciones exteriores, como son la temperatura, el caudal de aire y la humedad relativa, sino que está determinada por el movimiento de humedad dentro del grano.

Hay que tener en cuenta que los granos son seres vivos y la temperatura de secado podría afectarles notablemente, sobre todo si se trata de altas temperaturas. Las altas temperaturas dañan el embrión y el grano muere. Se distingue por la aparición de un punto negro en el embrión y el grano empieza a adquirir un color grisáceo. Esto ocurre cuando se trabaja con temperaturas superiores a los 65 °C en el oreado y el presecado, y temperaturas superiores a los 60 °C, en el secado. Otro factor importante es la necesidad de remover el grano en el secado, así se logra un secado parejo y uniforme. Existen también algunos factores que según la tipología de secado se cumplirán y que pueden ser considerados, como son la contaminación y el posible ataque de depredadores (Besora, 2015).

Materiales y métodos

Se trata de una metodología basada en cinco fases, que son: definir, caracterizar, medir, analizar y proponer mejoras. La herramienta para realizar el análisis probabilístico es @Risk. Se utilizaron los datos recolectados mediante una simulación con datos aleatorios y encuestas llenadas al azar que validarán la metodología y su aplicación. La encuesta consta de veinticinco preguntas divididas en secciones de cinco preguntas relacionadas con cinco variables predefinidas que fueron establecidas por el experto y asesor del trabajo Jhony M. Gutiérrez Flórez y caracterizadas en la tabla 7, con un grado de ponderación al azar que determina la importancia de cada una de ellas. Los datos fueron tabulados y se realizó un análisis determinístico para posteriormente utilizar el programa de simulación @Risk y realizar un análisis probabilístico, del cual se desprende el análisis final, las conclusiones y las recomendaciones. Las variables principales que se definen en la tabla 7 se relacionan con las preguntas en la tabla 6.

La tabla 6 muestra la representación de las preguntas en variables representativas. De la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15, *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Preguntas	Variable General
P1 (Promociones)	Precio
P2 (Poder adquisitivo)	
P3 (Insumos para fijar precio)	
P4 (Precio competencia)	
P5 (Medio de pago)	
P6 (Capacitación personal)	Servicio preventiva
P7 (Espacios asesoría comercial)	
P8 (Motivación personal)	
P9 (Conocimiento cliente)	
P10 (Habilidades comunicativas)	
P11 (Garantía equipo)	Servicio posventa
P12 (Encuestas percepción)	
P13 (Satisfacción servicio posventa)	
P14 (Atención QPR)	
P15 (Recambio)	
P16 (Capacidad del equipo)	Características
P17 (Insumos fabricación)	
P18 (Robustez del equipo)	
P19 (Capacitación manejo)	
P20 (Accesorias de fácil uso)	
P21 (Motor eléctrico)	CES
P22 (Eficiencia de secado)	
P23 (Pruebas de calidad)	
P24 (Innovación)	
P25 (Tipo de combustible)	

Tabla 6. Definición encuesta

Fuente: elaboración propia.

La tabla 7 representa la ponderación por dimensión de las variables independientes *Precio*, *Preventa*, *Posventa*, *Características*, *Costos Específicos de Secado (CES)*. Esta ponderación se toma con la consideración de expertos en el mercado.

Tabla 7. Variables principales y ponderación

Variable	Ponderación
Precio	0,5
Preventa	0,1
Posventa	0,1
Características	0,2
Costo Específico de Secado (CES)	0,1

Fuente: elaboración propia.

En esta parte del trabajo se recogen los datos tabulados y se realiza el respectivo análisis. Como se ha mencionado, los datos para una prueba inicial son aleatorios al igual que la ponderación de las variables, lo que valida la aplicación del modelo planteado. Para la variable del precio se consideraron subvariables como las promociones, el poder adquisitivo de los clientes, materiales de fabricación, precio de la competencia y el medio de pago. Para la variable de Preventa las subvariables fueron la capacitación del personal, espacios de atención, motivación del personal, conocimiento del cliente sobre los equipos y las habilidades comunicativas. Para la Posventa las subvariables fueron relacionadas a la garantía, encuestas de satisfacción, percepción de calidad, reclamaciones y el recambio. Para las características del equipo se consideraron la capacidad, materiales, robustez, capacitación de uso y fácil uso. Finalmente, para la variable del CES se consideró el motor del ventilador, eficiencia de secado, las pruebas que se realizan, la innovación y el tipo de combustible.

Discusión de resultados

Análisis determinístico

A continuación, las tablas 8 a 12 muestran la tabulación individual por empresa, la cual muestra las respuestas aleatorias de cada una de ellas.

- **Empresa 1**

La tabla 8 muestra los resultados de la encuesta realizada a la empresa 1 sobre las preguntas que apuntan al valor de eficiencia en las ventas. Se

caracterizaron las preguntas por dimensiones teniendo presente que desde la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15 *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Tabla 8. Datos encuesta empresa 1

Pregunta	Importancia					Ponderación
	1	2	3	4	5	
P1				1		0,5
P2			1			0,25
P3					1	1
P4			1			0,25
P5			1			0,25
P6		1				0,1
P7				1		0,5
P8				1		0,5
P9			1			0,25
P10		1				0,1
P11					1	1
P12		1				0,1
P13				1		0,5
P14		1				0,1
P15				1		0,5
P16				1		0,5
P17			1			0,25
P18			1			0,25
P19		1				0,1
P20		1				0,1
P21				1		0,5
P22				1		0,5
P23			1			0,25
P24		1				0,1
P25			1			0,25

• Empresa 2

La tabla 9 muestra los resultados de la encuesta realizada a la empresa 2 sobre las preguntas que apuntan al valor de eficiencia en las ventas. Se caracterizaron las preguntas por dimensiones teniendo presente que desde la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15 *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Tabla 9. Datos encuesta empresa 2

Precio	Importancia					Ponderación
	1	2	3	4	5	
P1				1		0,5
P2					1	1
P3					1	1
P4				1		0,5
P5		1				0,1
P6					1	1
P7				1		0,5
P8					1	1
P9			1			0,25
P10					1	1
P11				1		0,5
P12					1	1
P13					1	1
P14					1	1
P15				1		0,5
P16				1		0,5
P17			1			0,25
P18			1			0,25
P19		1				0,1
P20		1				0,1
P21				1		0,5
P22				1		0,5
P23			1			0,25
P24		1				0,1
P25			1			0,25

• Empresa 3

La tabla 10 muestra los resultados de la encuesta realizada a la empresa 3 sobre las preguntas que apuntan al valor de eficiencia en las ventas. Se caracterizó las preguntas por dimensiones teniendo presente que desde la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15 *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Tabla 10. Datos encuesta empresa 3

Precio	Importancia					Ponderación
	1	2	3	4	5	
P1				1		0,5
P2	1					0,1
P3		1				0,1
P4				1		0,5
P5			1			0,25
P6				1		0,5
P7		1				0,1
P8		1				0,1
P9					1	1
P10		1				0,1
P11				1		0,5
P12				1		0,5
P13					1	1
P14		1				0,1
P15		1				0,1
P16					1	1
P17				1		0,5
P18			1			0,25
P19		1				0,1
P20	1					0,1
P21					1	1
P22				1		0,5
P23			1			0,25
P24				1		0,5
P25			1			0,25

• Empresa 4

La tabla 11 muestra los resultados de la encuesta realizada a la empresa 4 sobre las preguntas que apuntan al valor de eficiencia en las ventas. Se caracterizaron las preguntas por dimensiones teniendo presente que desde la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15 *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Tabla 11. Datos encuesta empresa 4

	Importancia					Ponderación
	1	2	3	4	5	
P1					1	1
P2			1			0,25
P3			1			0,25
P4				1		0,5
P5				1		0,5
P6					1	1
P7				1		0,5
P8		1				0,1
P9		1				0,1
P10					1	1
P11				1		0,5
P12		1				0,1
P13		1				0,1
P14					1	1
P15					1	1
P16				1		0,5
P17			1			0,25
P18		1				0,1
P19			1			0,25
P20		1				0,1
P21					1	1
P22				1		0,5
P23			1			0,25
P24				1		0,5
P25			1			0,25

• Empresa 5

La tabla 12 muestra los resultados de la encuesta realizada a la empresa 5 sobre las preguntas que apuntan al valor de eficiencia en las ventas. Se caracterizaron las preguntas por dimensiones teniendo presente que desde la pregunta 1 a la 5 se considera la dimensión *Precio*. De la pregunta 6 a la 10 la dimensión *Servicios Preventa*. De la 11 a la 15 *Servicios Postventa*. De la 16 a la 20 *Características CES*.

Tabla 12. Datos encuesta empresa 5

Precio	Importancia					Ponderación
	1	2	3	4	5	
P1					1	1
P2		1				0,1
P3				1		0,5
P4					1	1
P5			1			0,25
P6		1				0,1
P7			1			0,25
P8					1	1
P9	1					0,1
P10				1		0,5
P11				1		0,5
P12		1				0,1
P13		1				0,1
P14					1	1
P15			1			0,25
P16			1			0,25
P17			1			0,25
P18	1					0,1
P19				1		0,5
P20				1		0,5
P21				1		0,5
P22			1			0,25
P23		1				0,1
P24				1		0,5
P25			1			0,25

La tabla 13 arroja los valores como una indicación del promedio de importancia de cada variable de acuerdo a las cinco dimensiones relacionadas con cada una de ellas, y que después de acuerdo a la ponderación definida por los expertos determina un valor de eficiencia en las ventas. Podemos observar que la que la empresa 2 es la que tiene un mejor promedio respecto a las demás, con un valor de 0,545, lo que supone que está empresa le estaría dando mayor importancia a las variables y subvariables preestablecidas. Por otra parte, la empresa 3 y 1 manejan el peor promedio en la calificación de importancia, con valores de 0,353 y 0,378 respectivamente. Las empresas 4 y 5 mantienen un promedio intermedio y muy similar con valores de 0,456 y 0,459 respectivamente.

Tabla 13. Ponderación general

Ponderación Variable	Variable	E1	E2	E3	E4	E5
0,5	Precio	1,125	1,55	0,725	1,25	1,425
0,1	Preventa	0,145	0,375	0,18	0,27	0,195
0,1	Posventa	0,22	0,4	0,22	0,27	0,195
0,2	Características	0,24	0,24	0,39	0,24	0,32
0,1	CES	0,16	0,16	0,25	0,25	0,16
	Promedio Importancia	0,378	0,545	0,353	0,456	0,459

Análisis probabilístico

El análisis probabilístico se desarrolla con @Risk, el cual arroja gráficas de curvas de probabilidad con datos aleatorios que la herramienta genera, utilizando para este caso una distribución triangular y normal para a partir de allí poder arrojar en una fase siguiente conclusiones y mejoras que se podrían plantear.

• Empresa 1

En la figura 63 podemos observar la distribución triangular para la empresa 1. Tomando los datos positivos del gráfico tenemos que en el rango de eficiencia 0 a 3,78 se encuentran el 55,4 % de los datos y el 3,0 % se encuentra por encima de la eficiencia de 3,78. Por tal motivo la empresa puede mejorar un 3,0 % su eficiencia en la venta de equipos comerciales de secado interviniendo las variables predefinidas. En la figura 64 tenemos la

distribución normal para la empresa 1, la cual nos arroja que el promedio de la eficiencia de las variables para esta empresa es de 3,780. Esta eficiencia tiene una desviación con respecto a la media de 1,8184 %.

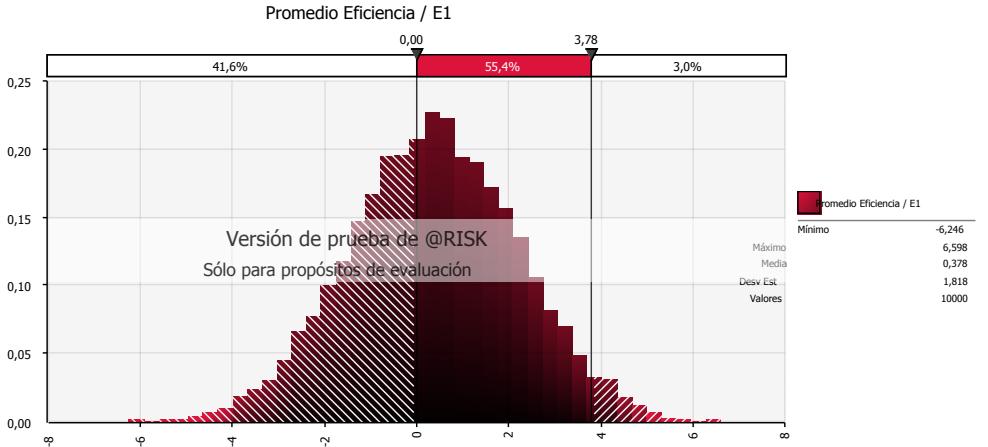


Figura 63. Distribución triangular empresa 1

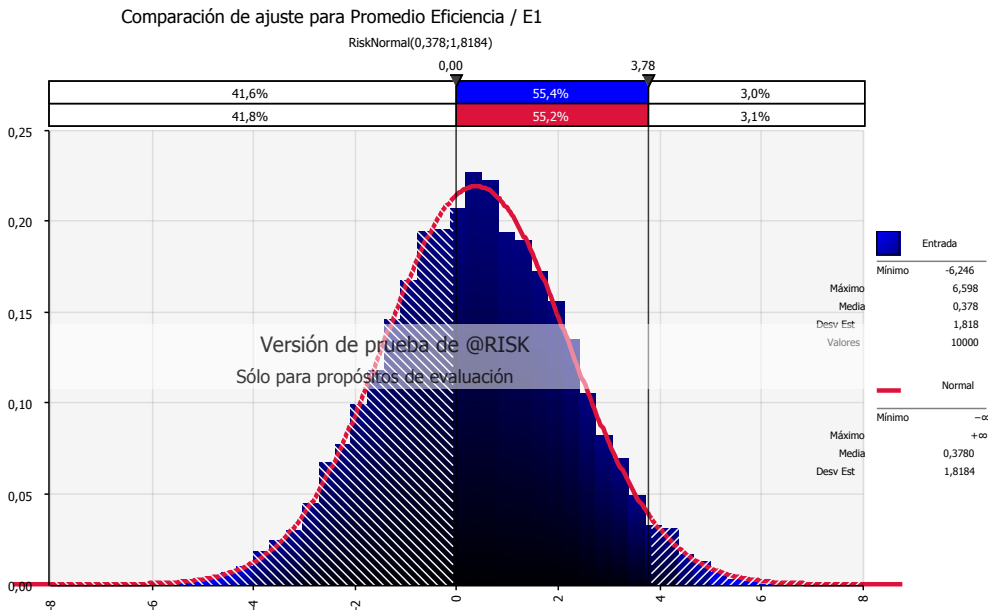


Figura 64. Distribución normal empresa 1

• **Empresa 2**

En la figura 65 tenemos la distribución triangular para la empresa 2. Al igual que los datos de la empresa 1 solo tenemos en cuenta los datos positivos, para lo cual en el rango de eficiencia 0 a 5,45 que fue el dato que generó la empresa se encuentran el 60,9 % de los datos y el 0,3 % se encuentra por encima de la eficiencia de los 5,45 y porcentaje el cual la empresa es susceptible de mejorar. En la figura 66 tenemos la distribución normal para la empresa 2, la cual nos arroja que el promedio de la eficiencia para las variables de esta empresa es de 5,5450. Esta eficiencia tiene una desviación con respecto a la media de 1,8347 %.

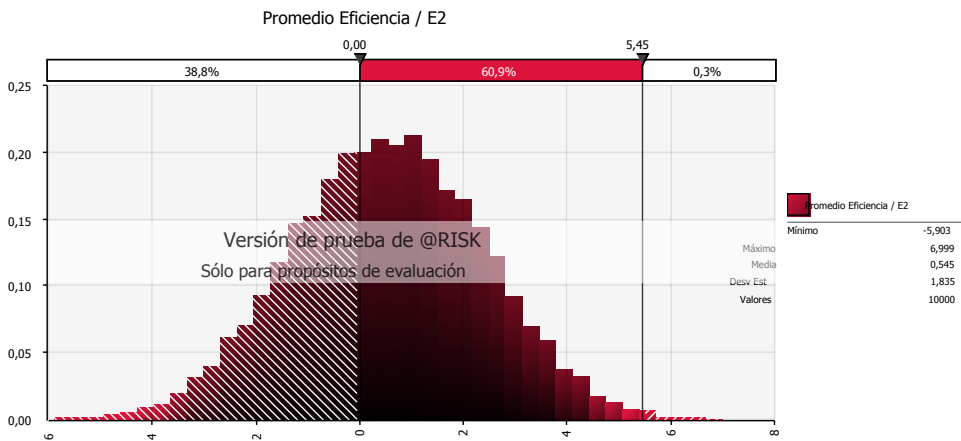


Figura 65. Distribución triangular empresa 2

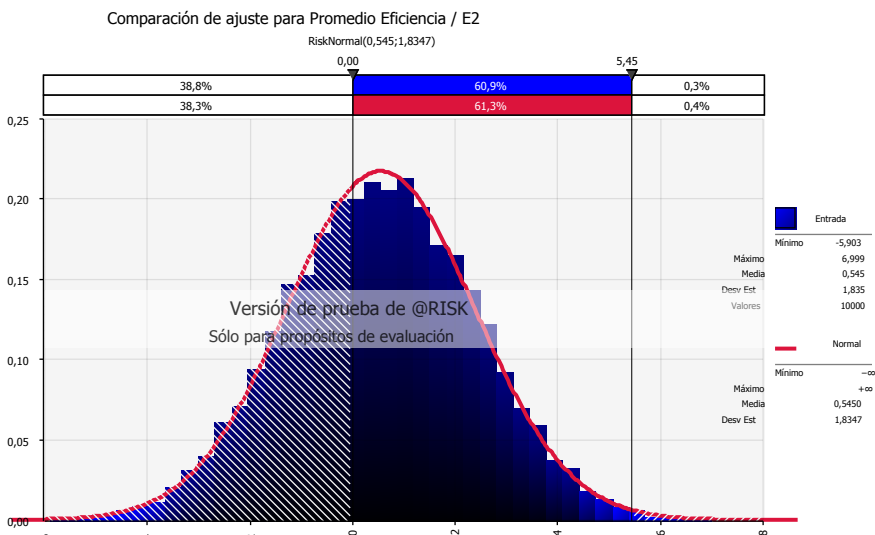


Figura 66. Distribución normal empresa 2

• **Empresa 3**

En la figura 67 la distribución triangular para la empresa 2 muestra que los datos de la empresa 3 en el rango de eficiencia 0 a 3,53 que fue el dato que generó la empresa se encuentran el 53,5 % de los datos y el 4,2% es el porcentaje por encima del 3,53 que la empresa puede mejorar en su eficiencia. En la figura 68 la distribución normal es para la empresa 3, la cual indica que el promedio de la eficiencia para las variables de esta empresa es de 3,530 y que esta eficiencia tiene una desviación con respecto a la media de 1,7856 %.

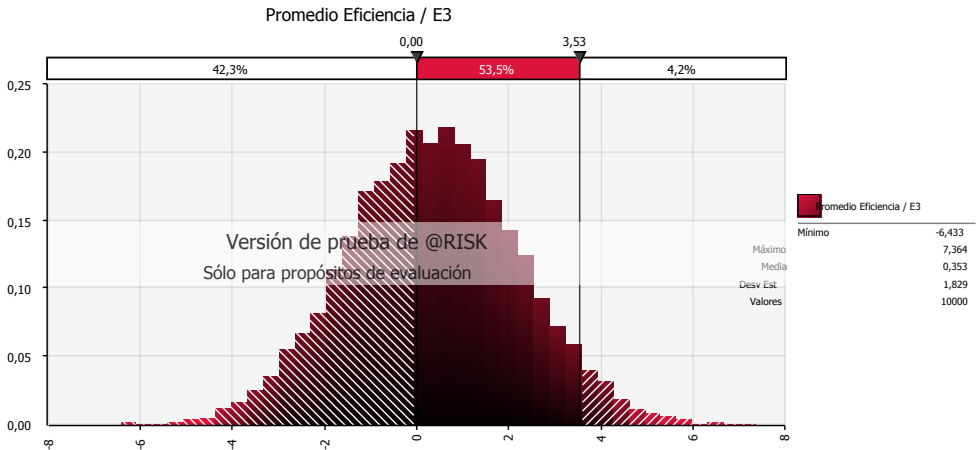


Figura 67. Distribución triangular empresa 3

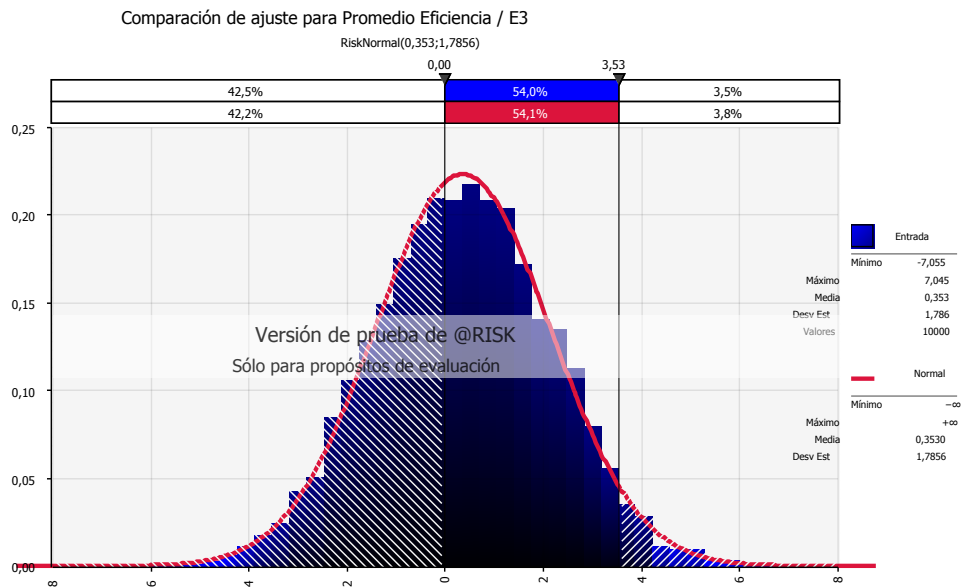


Figura 68. Distribución normal empresa 3

• **Empresa 4**

La figura 69 muestra la distribución triangular para la empresa 2, muestra que los datos generados por la empresa 4, en el rango de eficiencia 0 a 4,56, se encuentran el 53,5 % de los datos y el 1,2 % es el porcentaje por encima del 3,53 que la empresa puede mejorar en su eficiencia de ventas de equipos de secado.

La figura 70 muestra la distribución normal es para la empresa 3, la cual indica que el promedio de la eficiencia para las variables de esta empresa es de 4,560 y que esta eficiencia tiene una desviación con respecto a la media de 1,8207 %.

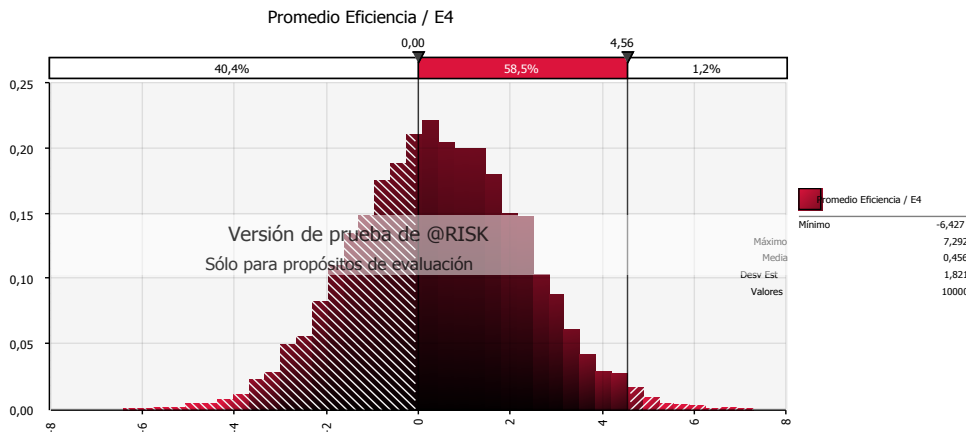


Figura 69. Distribución triangular empresa 4

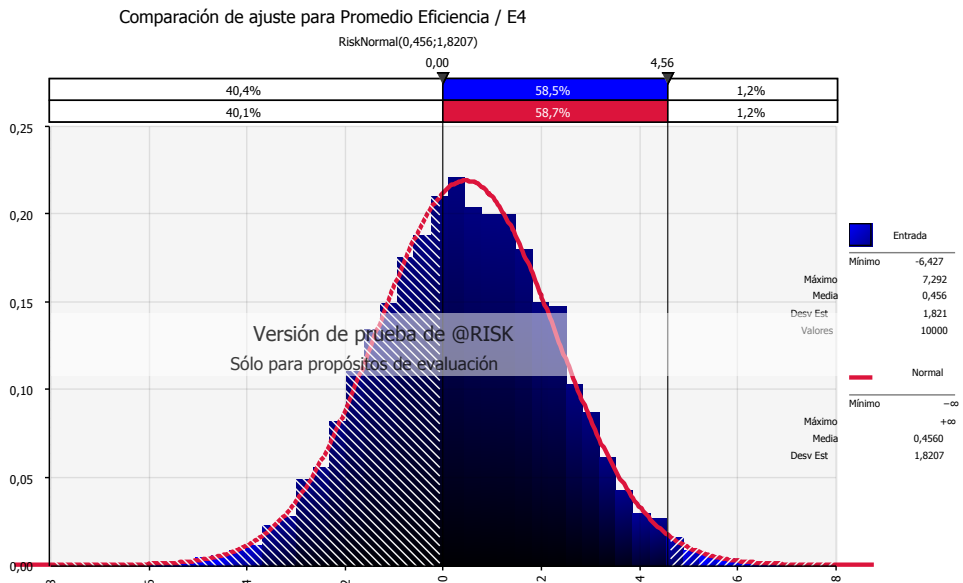


Figura 70. Distribución normal empresa 4

• **Empresa 5**

En la figura 71 se presenta la distribución triangular para la empresa 5, muestra que los datos generados por la empresa, en el rango de eficiencia 0 a 4,56 se encuentran el 53,5 % de los datos y el 1, 2% es el porcentaje por encima del 3,53 que la empresa puede mejorar en su eficiencia de ventas de equipos de secado. En la figura 72 se presenta la distribución normal para la empresa 5, la cual indica que el promedio de la eficiencia para las variables de esta empresa es de 4,560 y que esta eficiencia tiene una desviación con respecto a la media de 1,8207 %.

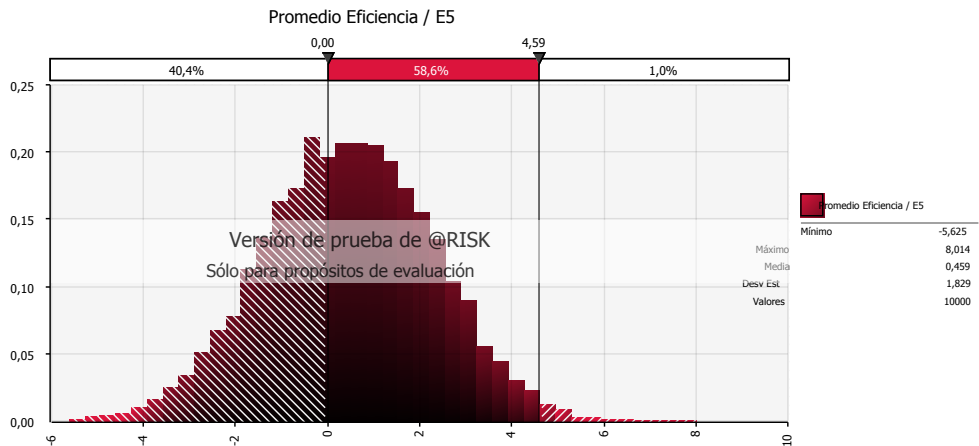


Figura 71. Distribución triangular empresa 5

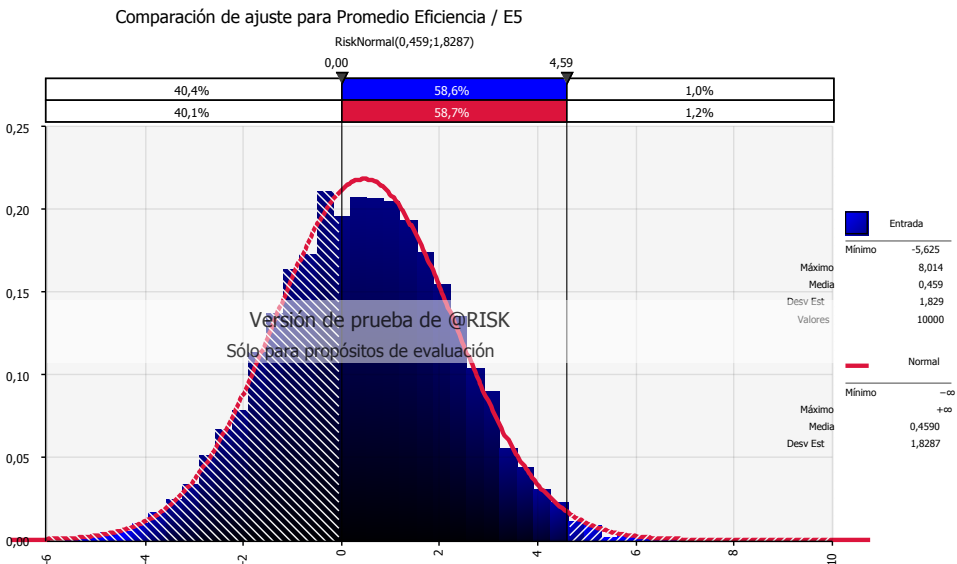


Figura 72. Distribución normal empresa 5

Conclusiones

La empresa que mejor promedio tendría en el análisis y que tiene una mayor eficiencia en la venta de equipos comerciales de secado de café es la empresa 2 con un promedio de 5,5450 y que refleja que el manejo interno en la organización se acomoda al panorama que la empresa podría estar buscando para ser eficientes en este proceso de ventas. Adicionalmente, tiene una probabilidad de mejorar un 0,3 % en la eficiencia de las variables.

La empresa con peor promedio de eficiencia ha sido la empresa número 3 con un valor de 3,530. Esto podría demostrar, en general, el manejo interno ineficiente de las variables que han sido seleccionadas en el estudio. Esto podría determinar posibilidades de mejora en el proceso interviniendo las variables con mayor ponderación.

En general, las empresas tendrían la posibilidad de mejorar la eficiencia de ventas en un rango de 0,3 % a 4,2 %, lo que sería provechoso pues las ventas podrían aumentar si se intervienen las variables de manera adecuada.

La desviación estándar en la eficiencia de secado está alrededor del 1,8 %, lo cual indica que el precio se encuentra en un límite establecido para las cinco empresas objeto de estudio.

El modelo se planteará inicialmente en cinco empresas productoras de este tipo de bienes, lo cual arrojará después de demostrada la efectividad del modelo un análisis real del contexto de estas empresas y la eficiencia de ventas en este tipo de equipos.

Por otra parte, al tratarse en esta prueba piloto de datos aleatorios, la prueba real determinaría que aspectos podrían mejorar las empresas objeto de estudio y de manera general en empresas del mismo sector, lo que a su vez beneficiaría la problemática de la eficiencia en el beneficio del café, pues a partir de los proveedores se pueden generar estrategias que fomenten el cambio y la innovación a través del análisis de variables ponderadas por expertos y que son importantes para el desarrollo del sector y el cliente final de cada una de ellas.

La aplicación de esta metodología servirá igualmente como estudio

de partida para estudios relacionados desarrollados en la universidad y la Investigación general realizada por la facultad y sus encargados.

Referencias bibliográficas

- Besora, J. (2015). *Informe técnico para la construcción de un secador solar de café*. Cajamarca: Ingeniería sin Fronteras.
- Campos, J., Prías, O., Quispe, E., Vidal, J. y Lora, E. (2008). El MGIE, un modelo de gestión energética para el sector productivo Nacional. *El Hombre y la Máquina*, (30), 18-31.
- Cenicafé. (s.f.). Quiénes somos. Historia. Recuperado de <https://bit.ly/2D1vNxJ>
- Claar, P., Buchele, W. y Marley, S. (1981). *Crop-Residue-Fired Furnace for Drying Grain*. Berna: ASAE.
- Córdoba, N. y León, Á. (2013). Secador solar de tres etapas continuas para café en Nariño. *La Investigación al Centro*, 321-327.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE. (2018). Producto Interno Bruto PIB cuarto trimestre de 2017. Recuperado de <https://bit.ly/2WVc1Lz>
- Duque, H. y Saldarriaga, S. (2001). Economía del secado del café un estudio de caso. *Avances Técnicos*, 286, 1-8.
- Duque, H., Posada, H. y Alvarado, G. (2005). Análisis económico de la adopción de las variedades Castillo regionales resistentes a la roya. *Cenicafé*, 56, 197-215.
- Federación Nacional de Cafeteros -FNC. (2018). 2018, año de grandes desafíos para el sector y el gremio cafetero colombiano. Recuperado de <https://bit.ly/2OVgAkE>
- Gutiérrez, J. (2008). *Metodología para la construcción de ventiladores centrífugos para secado mecánico de café en talleres rurales*. Pereira:

Universidad Tecnológica de Pereira.

- Henao, J. (2015). *Evaluación del proceso de secado del café y su relación con las propiedades físicas, composición química y calidad en taza*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Herrera, B., Cagua, K. y Gutiérrez, J. (s.f.). *Secado mecánico de café con deshumificación por bomba de calor*. Medellín: Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Lara, C. (2016). *Efecto del proceso de secado en las características físico-químicas y sensoriales de café especial (var. Pacamara)* (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Oliveros, C. y Sanz, J. (2011). Ingeniería y café en Colombia. *Revista de Ingeniería*, (33), 99-114.
- Oliveros, C., Ramírez, C., Sanz, J. y Peñuela, A. (2007). Separador hidráulico de tolva y tornillo sin fin. *Avances Técnicos Cenicafé*, 360, 1-8.
- Oliveros, C., Sanz, J., Ramírez, C. y Peñuela, A. (2009). Aprovechamiento eficiente de la energía en el secado mecánico del café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 380, 1-8.
- Oliveros, T. (2005). Actividades en el beneficiadero de Cenicafé. En Cenicafé (Ed.), *Informe anual de actividades de la disciplina de Ingeniería Agrícola. 2004-2005* (pp. 41-45). Chinchiná: Cenicafé.
- Oliveros, T. (2004). Actividades en el beneficiadero de Cenicafé. En Cenicafé (Ed.), *Informe anual de actividades de la disciplina de Ingeniería Agrícola. 2003-2004* (pp. 64-71). Chinchiná: Cenicafé.
- Roa, M., Oliveros, T., Álvarez, G., Ramírez, G., Sanz, U., Álvarez, H., ... y Rodríguez, V. (1999). *Beneficio ecológico del café*. Chinchiná: Cenicafé.

Capítulo 11

Metodologías ágiles aplicadas en el ecosistema empresarial: caso de estudio en Área Metropolitana del Valle de Aburrá¹

Agile Methodologies applied in the business ecosystem: Case study in the Metropolitan Area of the Aburra Valley

César Felipe Henao Villa², David Alberto García Arango³, Federico Henao Villa⁴, Jovany A. Sepúlveda Aguirre⁵, Lina María Rendón López⁶

Resumen

El desarrollo de *software* en múltiples sitios es conocido como el desarrollo de *software* distribuido (DDS). Varios factores, como beneficios monetarios, deseo para aprovechar grupos de trabajadores calificados que no se encuentren en un mismo lugar y la proximidad a los clientes, ha llevado a su crecimiento. Nuestra investigación se dedica a analizar un caso de estudio de empleados de una empresa de desarrollo de *software* en ecosistemas empresariales que trabajan en el desarrollo de aplicaciones web mediante *Scrum* distribuido en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Scrum* ayudó a los participantes a aprender una mejor asignación de tareas, donde finalmente los participantes terminaron teniendo una opinión positiva sobre el uso de *Scrum* para equipos distribuidos a medida que aumentaba el tiempo transcurrido en el proyecto, se aumentó el nivel de compromiso y mantuvo a todos los participantes motivados permitiendo un buen ambiente de trabajo progresivo.

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Metodologías ágiles aplicadas en el ecosistema empresarial: caso de estudio en Área Metropolitana del Valle de Aburrá* y realizado entre César Felipe Henao Villa, David Alberto García Arango, Federico Henao Villa, Jovany A. Sepúlveda Aguirre y Lina María Rendón López

² Magíster en Entornos Virtuales de Aprendizaje, ingeniero de sistemas en informática. Corporación Universitaria Americana. E-mail: chenao@coruniamericana.edu.co.

³ Magíster en Matemáticas Aplicadas, licenciado en educación. Corporación Universitaria Americana. E-mail: dagarcia@coruniamericana.edu.co

⁴ Magíster en Entornos Virtuales de Aprendizaje, ingeniero de sistemas del ITM. Corporación Universitaria Americana. E-mail: fhenao@americana.edu.co

⁵ Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional. Corporación Universitaria Americana. E-mail: jasepulveda@americana.edu.co

⁶ Comunicadora social- Pperiodista, magíster en Comunicaciones de la Universidad de Antioquia, doctora en Comunicación Audiovisual, Publicidad y Relaciones Públicas de la Universidad Complutense de Madrid. Corporación Universitaria Americana. E-mail: lrendon@americana.edu.co.

Palabras clave: *Scrum*, metodologías ágiles, Desarrollo de software distribuido, Ecosistema empresarial.

Introducción

El desarrollo de *software* en múltiples sitios es conocido como el desarrollo de *software* distribuido (DDS), el cual enfrenta varios desafíos y la comunicación es el más grande. Es difícil dividir el *software* en módulos independientes de modo que se logre minimizar los requisitos de comunicación. El desarrollo de los módulos interdependientes tiene lugar en diferentes sitios que están separados por diferentes zonas horarias, culturas e idiomas. Estas diferencias crean dificultades en la comunicación y la colaboración, lo cual es esencial para el éxito de DDS. *Scrum*, es una metodología ágil y ha demostrado mitigar algunos de estos desafíos al imponer una comunicación estructurada. Según los principios de las metodologías ágiles, la simplicidad en las tareas es un factor fundamental a la hora de desarrollar *software* (Beck *et al.*, 2002).

En el contexto nacional, las organizaciones Fedesoft (Fedesoft, 2019) y Mintic (Mintic, 2019) son las encargadas de agrupar a las empresas desarrolladoras de *software* en Colombia, suministrando normativas, talleres e información en general con el fin de garantizar que las empresas realicen *software* de calidad. El desarrollo de *software* se lleva a cabo dividiendo el proyecto en pequeñas porciones llamadas elementos de trabajo. La dependencia surge cuando un elemento de trabajo depende de otro. Las dependencias en los elementos de trabajo aumentan la necesidad de comunicación y coordinación. Por lo tanto, como lo mencionan Cataldo y Herbsleb (2013) es deseable una menor dependencia de los elementos de trabajo entre equipos y sitios, ya que la comunicación es un gran desafío entre equipos y sitios que se encuentran distanciados geográficamente (Mockus y Herbsleb, 2001). Esta investigación describe un estudio de *Scrum* como una metodología que permita a los empleados de las empresas de desarrollo de *software* aprender y actuar, mediante la división de tareas y gestión de dependencias en el desarrollo de *software* distribuido en proyectos a través de las metodologías ágiles. Las metodologías ágiles fueron introducidas en los años 90 con la implementación de los métodos más usados (RUP, *Scrum* y XP), pero fue en el 2001 cuando se conocieron como metodologías ágiles con la publicación del *Manifiesto ágil* (Larman, 2004).

Este documento hace parte del análisis de una investigación más grande que realiza la empresa Grupo Global Grow SAS, ubicada en el área metropolitana de Medellín, la cual se dedica a la realización de actividades de desarrollo de *software*, tecnologías de información y servicios informáticos y que en esta investigación describe la experiencia de trabajar con desarrollo de *software* distribuido usando *Scrum* como metodología ágil.

Caso de estudio

El análisis presentado aquí se realizó con datos recopilados durante un proyecto de desarrollo de *software* educativo en el año 2018. El proyecto fue construido con personal ubicado en diferentes lugares y que no podía estar en un mismo sitio geográfico en los horarios de reuniones. Los desarrolladores de *software* trabajaron en la creación de una aplicación web educativa, orientada al control y registro de estudiantes de cursos de robótica infantil, por medio del cual se realizaba el seguimiento de los avances de los estudiantes durante el curso. El *software* fue creado en Laravel y para su construcción se incluyó conferencias, debates y la participación de personal expertos en el tema de robótica infantil. Se escoge aplicar las metodologías ágiles en este proyecto ya que ellas se han convertido poco a poco en la principal elección por parte de ingenieros de *software* a la hora de llevar a cabo sus proyectos (Sommerville, 2010).

El equipo estuvo conformado por ocho ingenieros de sistemas y un ingeniero en instrumentación y control. El ingeniero líder del proyecto y docente universitario se reunió la primera vez con la propietaria del producto y dos ingenieros en la ciudad de Medellín para ayudar en la construcción de los requerimientos a comienzos del 2018 con la finalidad de aclarar la estructura base del código, prácticas y herramientas. Por lo tanto, los primeros *sprints* se usaron para entrenar y no fueron incluidos en el análisis. Hubo cinco *sprints* analizados, cada uno aproximadamente cada dos semanas. Cada *sprint* tenía cuatro equipos *Scrum* con cuatro a seis miembros en cada equipo. Para dar la experiencia de trabajo en equipos distribuidos y ubicados conjuntamente al inicio, los desarrolladores fueron divididos en dos equipos distribuidos, un equipo local y uno que se encontraba por fuera de Medellín en los primeros dos *sprints*. Para los siguientes dos *sprints*, los equipos locales se dividieron para hacer dos equipos distribuidos y los equipos que se encontraban fuera de Medellín se dividieron para formar dos equipos externos. Cada equipo

tenía un *Scrum* máster el cual era responsable de hacer cumplir las reglas de *Scrum*, principios y prácticas. El *Scrum* máster actualizaba los diferentes *sprint*. El propietario del producto estaba situado en Bogotá. Se comenzó con la planificación del *sprint* en el que el propietario del producto presentó una lista priorizada de elementos de trabajo, llamadas historias de usuario. La asignación de historias a los equipos se realizó de forma voluntaria. Después de reunir historias, los equipos se congregan en lugares diferentes para realizar la planificación del *sprint* dentro del equipo. Cada equipo divide las historias en pequeños elementos de trabajo llamadas tareas, estimar puntos importantes dentro de las historias y el tiempo requerido para completarlas y asignarlas a diferentes miembros del equipo. El dueño del producto se unió a diferentes equipos que utilizan Google Hangouts para aclarar las historias con los equipos.

Durante un *sprint*, los equipos tenían dos reuniones semanales de quince minutos. Estas reuniones fueron similares a un Daily Stand Up de *Scrum* en el que cada miembro del equipo tiene que hablar sobre tres cosas:

- Lo que hicieron
- Lo que planean hacer a continuación
- Si están atascados o bloqueados por el trabajo de alguien.

En lugar de una reunión diaria prescrita por *Scrum*, se realizaron dos reuniones semanales ya que se esperaba que los participantes trabajaran solo diez a doce horas a la semana. Mientras se trabajaba en las historias de usuario, se motivó a los participantes a contactar al propietario del producto para cualquier aclaración. Todo el código fue alojado en GitHub (un servicio de alojamiento de proyectos basado en la web para control de revisión distribuida Git). Los participantes siguieron el trabajo de Git, que incluyó el envío de solicitudes de extracción en GitHub. Cualquier participante tenía permiso para revisar y fusionar la solicitud de extracción. A los participantes se les permitió aplazar cualquier historia al siguiente *sprint* en caso de que no lograran completarlo en el *sprint* actual. Se realizaron demostraciones al final de cada *sprint* para presentar el trabajo realizado por cada equipo. Esto fue seguido por retrospectivas para detectar lo que funcionó, lo que no funcionó y si hubo modificaciones necesarias en el proceso de demostración, retrospectivas y *sprint*. La planificación general del proyecto se realizó en catorce horas y media. Las herramientas más utilizadas durante el curso fueron Google Hangouts (VoIP), GitHub (control de versiones), Trello y Agilefant.

Contribución de este proyecto al ecosistema empresarial

La contribución de este proyecto es la evidencia empírica que muestra que los participantes siguiendo la metodología *Scrum* aprendieron la asignación eficiente de tareas en un entorno distribuido. Los resultados muestran la asignación efectiva de tareas a tiempo para mantener el equipo funcionando activamente, permitiendo tener dependencias bajo control, este logro se atribuye a la incorporación de *Scrum* al proyecto. Por lo tanto, la metodología *Scrum* en un entorno distribuido es una forma efectiva de enseñar DDS.

Revisando literatura respecto al tema de DDS, se encontró que es bastante común ver que el desarrollo de *software* se distribuye en múltiples ubicaciones (Ågerfalk, Fitzgerald, Holmström y Conchúir, 2008), y esta práctica se conoce como ingeniería de *software* a nivel global. Varias de las razones que ha llevado a las empresas desarrolladoras de *software* a implantar el DDS son:

- *Diferencia en el costo*: existe una gran disparidad entre los salarios de un ingeniero de *software* local y un ingeniero de *software* de Estados Unidos o Sudamérica con habilidades equivalentes. La construcción de tecnologías de comunicación de alta velocidad ha permitido a las empresas externalizar el desarrollo de *software* a economías de menor costo.
- *Aprovechar grupos de trabajadores calificados*: DDS hace posible que las empresas aprovechen los desarrolladores altamente calificados independientemente de su ubicación.
- *Proximidad al cliente*: a veces las empresas quieren desarrollar *software* más cerca a la ubicación de sus clientes. Esto les ayuda a comprender mejor a los clientes y las necesidades del mercado.

Desafíos del desarrollo de software distribuido en ecosistemas empresariales

A pesar de las muchas ventajas que ofrece DDS, también presenta varios desafíos, tales como las horas de trabajo superpuestas entre miembros del equipo, existencia de barreras idiomáticas y culturales, la falta de confianza y de contacto frecuente y la falta de coordinación y comunicación a través de diferentes grupos de desarrollo, siendo esta última considerada uno de los mayores desafíos de DDS (Herbsleb *et al.*, 2001). Algunos estudios, han encontrado que la falta de comunicación conduce a fallas de *software*

y compilaciones rotas (Herbsleb *et al.*, 2013). La dependencia de los elementos de trabajo requiere una mayor comunicación para el éxito de un proyecto (Cataldo *et al.*, 2013). La modularización parece ser la solución para reducir las dependencias (Mockus *et al.*, 2001). Sin embargo, es difícil modularizar componentes en el desarrollo de *software* especialmente porque los requisitos se conocen con el transcurrir del tiempo y siguen cambiando. Diferentes antecedentes culturales en diferentes sitios alivian el problema de la comunicación.

Los empleados en diferentes sitios pueden tener diferentes entrenamientos, educación, lenguaje nativo y estilo. Estas diferencias hacen que sea difícil iniciar la comunicación en diferentes sitios. Las diferencias en el lenguaje y el estilo pueden hacer que las personas parezcan ajenas al proyecto.

La falta de contacto no planificado también dificulta la comunicación entre sitios. Si los empleados están en el mismo sitio, es más probable que participen en contactos no planificados en espacios como almuerzos, desayunos, etc. Del estudio de Herbsleb y Grinter (1999), sabemos la comunicación informal es vital ya que podría ayudar a resolver varios problemas que podrían resultar bastante costosos. Diferentes zonas horarias también alivian el problema de la comunicación motivada por la dependencia. La superposición inexistente en las horas de trabajo conduce a la dependencia de la comunicación asincrónica como el correo electrónico. Diferentes antecedentes culturales, falta de contacto no planificado y diferentes zonas horarias contribuyen a la falta de comunicación entre equipos, lo que puede conducir a la falta de coherencia entre los mismos. La coherencia se define como una comprensión de las actividades de los demás, que proporciona un contexto para las propias actividades (Damian *et al.*, 2007). Todos estos factores contribuyen a dificultar la aclaración de preguntas simples y la falta de conocimiento sobre quién es el experto para un módulo de *software* específico (Mockus *et al.*, 2001).

• 11.5 Scrum

Scrum es un enfoque ágil para desarrollar productos y servicios innovadores (Kenneth S, 2012). Según *Scrum*, el trabajo se realiza en pequeños intervalos de tiempo llamados iteraciones. Cada iteración (también llamada como *sprint*) comienza con una acumulación de productos, que es una lista de elementos ordenados según la prioridad. Por lo tanto, cualquier

trabajo incompleto al final del *sprint* tiene menor prioridad que el trabajo completado. *Scrum* también aplica un flujo de trabajo específico.

- **Roles en Scrum**

Hay tres roles principales en Scrum: *Product Owner* (PO), *Scrum* máster y equipo de desarrollo. El PO tiene un papel de liderazgo. El PO es responsable de crear una lista de elementos de trabajo para cada *sprint* y también de clasificar los elementos de trabajo según la prioridad. Debe haber una comunicación clara entre el PO, el *Scrum* máster y los desarrolladores para transmitir la visión del producto al equipo y responder cualquier pregunta de aclaración sobre los elementos de trabajo. El *Scrum* Máster es responsable de hacer cumplir las reglas, principios y prácticas de *Scrum*. El *Scrum* Máster también resuelve los problemas del equipo. Los desarrolladores trabajan en elementos que se califican como prioritarios. Pueden interactuar con el *Scrum* máster o el PO para obtener aclaraciones.

- **Scrum Workflow**

Cada iteración comienza con una acumulación de productos (*product backlog*), que es una lista de elementos de trabajo ordenados por su prioridad. El PO crea esta lista en la planificación del *sprint* (*Sprint planning*), el equipo de desarrollo estima la cantidad de tiempo para cada elemento de trabajo y decide qué elementos pueden ser completados en ese *sprint*. Los elementos se trabajan en la ejecución del *sprint*. Durante la ejecución del *sprint*, se realizan paradas diarias (*daily standups*) para dar una actualización sobre lo que cada miembro del equipo ha completado desde el último encuentro, lo que planean trabajar a continuación, y si tienen algún obstáculo para completar su trabajo. Posteriormente, se realizan demostraciones de los *sprint* para demostrar elementos de trabajo completados al propietario del producto (PO).

Se realiza una revisión del *sprint* (*review*) para adaptar el producto de acuerdo con los comentarios de los miembros del equipo. Las retrospectivas (*retrospectives*) son realizadas justo antes de completar el *sprint* para echar un vistazo a lo que funcionó, lo que no se trabajó y si se necesitan modificaciones en el proceso. La reunión de *Scrum* se utiliza para mejorar la coordinación entre equipos, especialmente cuando varios equipos están trabajando en el mismo proyecto (Kenneth, 2012).

- **Scrum mitiga algunos problemas de DDS**

Los métodos de desarrollo ágil, y especialmente el *Scrum*, están adquiriendo popularidad (Hossain, Babar y Paik, 2009). De acuerdo a una revisión literaria, se encuentra estudios de caso donde el DDS ágil es exitoso para equipos distribuidos (Hanssen, Šmite y Moe, 2011). En términos de Paasivaara *et al.* (2015), mitiga algunos de los desafíos en DDS al mejorar la comunicación, confianza, motivación y se aumenta en calidad y frecuencia de comunicación junto con mejoras en la colaboración por la aplicación de *Scrum*. Así mismo, la comunicación frecuente tiene un efecto positivo en el nivel de confianza entre diferentes sitios de desarrollo, mejor comunicación, también tiene un efecto motivador en los miembros del equipo (Paasivaara *et al.*, 2015). Señala este mismo estudio que una demostración de trabajo al final de cada *sprint* ayuda a mantener la calidad del producto más cerca de una calidad alta al momento de la liberación. *Scrum* ha permitido la construcción de proyectos mediante retrospectivas, que pueden ayudar a los miembros del equipo en el aprendizaje de sus errores, a través de los procesos.

Aprendizaje de desarrollo de software distribuido

Es común ver que el desarrollo de *software* se distribuye en múltiples sitios (Ågerfalk *et al.*, 2008). La capacitación y educación en DDS se ha vuelto bastante importante debido a su crecimiento. Enseñar DDS a los empleados debe involucrar componentes prácticos para que se logre aprender haciendo tareas prácticas (Monasor, Vizcaíno, Piattini y Caballero, 2010). Herramientas como *Trello*, sirve de apoyo para el trabajo de *Scrum*. *Trello* solo requiere conexión a internet, eliminando la necesidad de que los usuarios instalen *software* y es ideal para DDS. Los usuarios registrados pueden crear un número ilimitado de tableros y designar un tablero por proyecto, además de la posibilidad de asignar múltiples grupos de tareas (Johnson, 2017). Algunos de los modelos tradicionales, como el de cascada, no se están diseñados para entornos distribuidos, es por ello que el uso de *Scrum* ha recibido una valoración positiva por las personas que lo aplican, se ha encontrado que los *Scrums* diarios tienen éxito en la detección de problemas (Scharff, Gotel y Kulkarni, 2010). En términos de Paasivaara *et al.*, (2015), *Scrum* demostró que mitiga algunos de los desafíos típicos de DDS, como la comunicación efectiva distribuida, la colaboración, el trabajo en equipo, la confianza, la diferencia cultural, etc.

Dependencias

La comunicación es el mayor desafío en desarrollo de *software* distribuido. La alta dependencia entre elementos de trabajo aumenta requisito de comunicación para el éxito del proyecto (Herbsleb *et al.*, 2013). Cuando se calculan las dependencias en código fuente, se analizan las relaciones entre las funciones, en este caso sería una dependencia sintáctica, mientras que las dependencias a partir del historial de cambios en el código fuente, sería la dependencia lógica. Un estudio de caso de Herbsleb *et al.* (2013) descubrió que la falla del *software* se ve afectada por dependencia lógica en lugar de alta dependencia sintáctica y hay muy poca superposición entre los dos.

Metodología

El objetivo de esta investigación era responder la pregunta: ¿Los participantes de un ecosistema empresarial, aplicando metodología *Scrum* aprenderán a asignar tareas e historias de usuario para reducir las dependencias entre equipos en la construcción de un *software*?

La metodología empleada fue un estudio de caso del trabajo de ingenieros de sistemas en el desarrollo de una aplicación de *software* educativo. El análisis cuantitativo se realizó con los datos recopilados de GitHub y Trello. Los datos fueron utilizados para calcular la dependencia lógica entre archivos, que luego se asignó a historias de usuario para contrastar dependencias entre equipos y entre historias de usuarios. Las dependencias a través de equipos se redujeron con el tiempo, por lo que se puede concluir que los participantes aprendieron a aplicar la metodología *Scrum* y los elementos de trabajo de autoasignación.

Desarrollo

Herramientas utilizadas para el manejo de datos

GitHub: es un servicio de alojamiento de proyectos basado en la web para repositorios Git (un sistema distribuido sistema de control de versiones) (Bell y Beer, 2015). Además del alojamiento web, proporciona varias características, como seguimiento de errores, asignaciones de tareas, etc. También promueve la codificación social al proporcionar funciones como

seguir las actividades de otros usuarios y ver repositorios. GitHub es una aplicación web y también tiene clientes de escritorio y móviles. El proyecto de esta investigación utilizó GitHub para la gestión del código fuente. Los participantes utilizaron las diferentes herramientas de Git y la función de solicitud de extracción de GitHub combinando el código local con el maestro. Los datos de GitHub para el proyecto de esta investigación fueron necesarios para calcular la técnica dependencias sobre la base del código fuente.

Agilefant: es un *software* de gestión de *backlog* de código abierto para un desarrollo ágil. Proporciona un sitio web de escritorio. Agilefant se utilizó para la gestión de registro y control de los usuarios del *software* a lo largo del proyecto. Contiene diversa información sobre el proyecto, como iteraciones, equipos, usuarios, historias, tareas, esfuerzo gastado, estado de la historia (iniciado, diferido, en progreso), la carga del equipo, los puntos de la historia, los responsables y la marca de tiempo. Esta herramienta proporcionó un conjunto de datos relacionados a los *sprints*, equipos e historias para calcular técnicas de dependencia entre usuarios e historias.

Extracción de conjuntos de datos

GitHub proporciona una API pública para obtener datos de su repositorio. Los datos se almacenan en una base de datos MySQL. La base de datos MySQL contiene tablas para solicitudes de extracción, confirmaciones, usuarios, confirmaciones de solicitud de extracción, entre otros.

Cálculo de dependencias

Para ver si los equipos se volvieron inteligentes al elegir historias para reducir dependencia entre equipos y sitios, se realiza una comparación de las dependencias intraequipo vs. interequipo y ubicadas conjuntamente vs. dependencias distribuidas dentro del equipo.

- **Dependencias intraequipo vs. interequipo**

Si existen dependencias entre historias de usuarios, los equipos responsables de esas historias deben coordinar su trabajo, introduciendo una sobrecarga de coordinación adicional. Si hay historias dependientes, entonces esas historias deben ir al mismo equipo. Por lo tanto, una comparación entre las dependencias dentro de un equipo y entre los equipos se hizo para ver si los participantes

aprendieron a asignar historias dependientes al mismo equipo y dependencias reducidas entre equipos. Para esta comparación, la dependencia entre las historias se necesitaba en primer lugar, para ello se calculó la dependencia a nivel de archivo del código fuente y luego mapeado a las historias para obtener dependencia a nivel de usuario y a nivel de historia.

Como se puede observar en la figura 73, a medida que el equipo iba trabajando en las diferentes historias de usuario a través de los *sprint*, la dependencia iba disminuyendo. Solo en el *sprint 2* se dio un aumento de dependencia debido a que en ese momento un integrante que tenía la mayor parte del conocimiento de historias de usuario estaba en otro proyecto y solo pudo incorporarse en el tercer *sprint*.

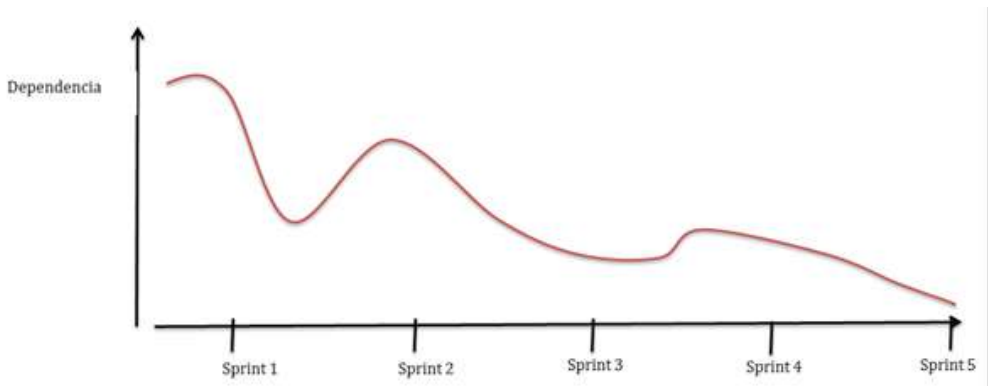


Figura 73. Dependencias vs. sprint

Fuente: elaboración propia.

La figura 73, se desarrolló a partir de la información tomada en cada uno de los *sprint*, las historias de usuario y su relación con la dependencia entre ellas, esta información se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14. Cantidad de historias de usuarios dependientes vs. sprint

Cantidad de historias de usuarios dependientes	Sprint
24	1
12	2
8	3
10	4
2	5

Fuente: elaboración propia.

- **Dependencia de nivel de historia**

El cálculo de dependencias lógicas reveló dependencia entre los archivos se asignaron a historias para calcular la dependencia entre historias. Para este mapeo, se siguió un enfoque a nivel de *sprint* ascendente como se muestra en la figura 73. El código relacionado con una historia se fusionó en la herramienta del repositorio y se adicionó a la fuente maestra.

- **Consideración de historias diferidas**

Si una historia no se puede completar en un *sprint*, los desarrolladores la difieren al siguiente. Para el análisis de dependencia de la historia, se pueden utilizar tres enfoques diferentes:

- Contando historias en todos los sprints desde la creación hasta su finalización.
- Contando historias solo en el sprint en que fueron creadas.
- Contando historias solo en el sprint que completaron.

En las reuniones de planificación de *sprint*, los participantes tuvieron la oportunidad de elegir historias cuando son creadas y presentadas por el dueño del producto. Por lo tanto, tenía sentido contar historias solo en el *sprint* que se crea para el aprendizaje de los participantes en la tarea de asignación.

Resultados

Se obtuvieron varios archivos donde se describen las diferentes dependencias en cada *sprint*, para luego desarrollar, mediante un análisis cuantitativo, los resultados con el fin de identificar si los participantes realizaron de manera óptima y adecuada la asignación de tareas para reducir las dependencias entre equipos y sitios en el proyecto de desarrollo de *software* distribuido.

- **Dependencias entre equipos vs. dependencias dentro de los equipos**

Como se menciona en la sección de la metodología, para calcular dependencias entre equipos vs. dependencias dentro de los equipos, la dependencia a nivel de archivo se calculó inicialmente y luego se calculó asignando las historias para comparar dependencias entre equipos y

dependencias dentro de equipos. La mayoría de los desarrolladores estaban usando Git por primera vez y podrían haber hecho pequeños cambios en el proyecto sin querer, es por ello que inicialmente se creó una alta dependencia en el segundo *sprint*, donde todos dependían del participante que más conocía de las historias de usuario.

- **Dependencia lógica de historias**

Cada par de historias dependientes se contaba como una dependencia. Hubo 56 únicas dependencias dentro de los cinco *sprints*. La mayoría se dieron dentro de los primeros dos. A partir del tercer *sprint* comenzaron a disminuir cuando el equipo de desarrollo llegó a su punto de equilibrio a nivel de conocimiento en la aplicación y manejo de las diferentes herramientas. Para calcular la dependencia de las historias, también se asignaron diferentes tareas que lograban identificar posibles cambios en el código maestro de la aplicación. La figura 73, muestra el número de historias dependientes por *sprint* donde se observa que disminuye la dependencia con el paso del tiempo.

El número de historias en cada *sprint* varía. Por esta razón, simplemente mirar la cantidad de dependencias no da ningún resultado concluyente. El porcentaje de historias dependientes es más informativo. En la tabla 14 observamos que el porcentaje de historias dependientes disminuyó en *sprints* posteriores. Como el PO fue responsable de la creación de historias, se puede concluir que se adoptó al fraccionamiento de tareas y ayuda a los acoplamientos de estas para mejorar los tiempos de entrega y reducir la dependencia.

- **Dependencia entre equipos vs. dependencia dentro del equipo a nivel de historia**

El PO creó una fracción mayor de historias acopladas permitiendo que el número de historias dependientes disminuyera a través de los *sprints*. Como los participantes tenían el poder de autoasignarse historias, asignaron historias dependientes en el mismo equipo para reducir la necesidad de coordinación entre equipos.

Conclusiones

El trabajo mencionado en este informe es un subconjunto de un proyecto más grande que describe experiencia de enseñar DDS usando prácticas

Scrum. Ya ha sido mencionado en la sección de revisión de literatura que la comunicación es el mayor desafío de DDS.

La modularización es difícil de lograr y la dependencia de los elementos de trabajo aumenta la necesidad para la coordinación. Por lo tanto, la asignación de historias dependientes al mismo equipo y en el mismo sitio dentro del equipo es más deseable.

Se observa una mejor asignación de tareas con el tiempo debido a que se reduce el porcentaje de dependencias entre equipos a nivel de historia de usuario y muestra una óptima asignación de tareas dentro del equipo para controlar las dependencias entre equipos externos y locales.

Por lo tanto, se puede concluir que los participantes aprendieron a autoasignarse historias a tiempo para reducir dependencias entre equipos y mantuvieron un control sobre las dependencias entre sitios.

El aprendizaje de los participantes puede atribuirse al uso de *Scrum*. Ha sido mencionado en la sección de revisión de literatura que *Scrum* impone la comunicación estructurada, que puede mitigar algunos de los desafíos típicos de DSS. Algunos de los resultados mencionados en Paasivaara *et al.*, (2015) también respaldan esta afirmación, como los aspectos que se deben tener en cuenta al implementar *Scrum* y que se describen a continuación:

- Alto nivel de satisfacción entre los participantes al usar prácticas *Scrum* para ambos miembros colocalizados y distribuidos.
- Alto nivel de satisfacción en el uso de prácticas de comunicación a nivel de participantes y miembros distribuidos.
- Aumento de la calidad del trabajo en equipos en *sprints* posteriores.
- Mejor cumplimiento de los requisitos de comunicación en *sprints* posteriores.

Scrum ayudó a los participantes en aprender una mejor asignación de tareas. Este aspecto se fortalece por los resultados en el estudio de caso realizado, donde los participantes tenían una opinión positiva sobre el uso de *Scrum* para equipos distribuidos a medida que aumentaba el tiempo transcurrido en el proyecto,

se aumentó el nivel de compromiso y se mantuvo a todos los participantes motivados, lo que permitió un buen ambiente de trabajo progresivo.

Referencias bibliográficas

- Ågerfalk, P., Fitzgerald, B., Holmström, H. y Conchúir, E. (2008). Benefits of global software development: The known and unknown. Recuperado de <https://bit.ly/3eZlpE7> .
- Beck, K., Beedle, M., Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... y Thomas, D. (2002). Manifesto for Agile Software Development. Recuperado de <http://agilemanifesto.org/principles.html>.
- Bell, P. y Beer, B. (2015). *Introducing GitHub: A Non-Technical Guide*. Newton: O'Reilly Media.
- Cataldo, M. y Herbsleb, J. (2013). Coordination breakdowns and their impact on development productivity and software failures. Recuperado de <https://bit.ly/2OSdVIv>
- Damian, D., Izquierdo, L., Singer, J. y Kwan, I. (2007). Awareness in the wild: Why communication breakdowns occur. Recuperado de <https://bit.ly/2EbFZnP>
- Federación Colombiana de la Industria de Software y TI -Fedesoft. (2019). Página de inicio. Recuperado de <http://fedesoft.org/>
- Hanssen, H., Šmite, D. y Moe, N. (2011). Signs of agile trends in global software engineering research: A tertiary study. Recuperado de <https://bit.ly/2BtbxEN>
- Herbsleb, J. y Grinter, R. (1999). Splitting the organization and integrating the code: Conway's law revisited. Recuperado de <https://bit.ly/3jBfjgt>
- Hossain E., Babar, M. A. y Paik, H. (2009). Using Scrum in Global Software Development: A Systematic Literature Review. Recuperado de <https://bit.ly/39qgESC>

- Kenneth, S. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Boston: Addison-Wesley.
- Larman, C. (2004). *Agile and Iterative Development: A Manager's Guide*. Boston: Addison-Wesley.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones -MinTIC. (2019). Página de inicio. Recuperado de <http://www.mintic.gov.co/>
- Mockus, A. y Herbsleb, J. (2001). Challenges of global software development. *Proceedings Seventh International Software Metrics Symposium*. Simposio llevado a cabo en Londres, Inglaterra.
- Monasor, M., Vizcaíno, A., Piattini, M. y Caballero, I. (2010). Preparing students and engineers for global software development: a systematic review. *5th IEEE International Conference on Global Software Engineering*. Conferencia llevada a cabo en Princeton, Estados Unidos.
- Paasivaara, M., Blincoe, K., Lassenius, C., Damian, D., Sheoran, J., Harrison, F., ... e Isotalo, V. (2015). Learning global agile software engineering using same-site and cross-site teams. *37th IEEE International Conference on Software Engineering*. Conferencia llevada a cabo en Florencia, Italia.
- Scharff C., Gotel, O. y Kulkarni, V. (2010). Transitioning to distributed development in students' global software development projects: The role of agile methodologies and end-to-end tooling. *Fifth International Conference on Software Engineering Advances*. Conferencia llevada a cabo en Niza, Francia.
- Sommerville, I. (2010). *Software Engineering*. Boston: Addison-Wesley.

Capítulo 12

¿Cómo ha evolucionado la investigación en el campo de Model-based Enterprise?: una aproximación desde el enfoque bibliométrico¹

*How has research evolved in the field of Model-based Enterprise?
an approach from the bibliometric approach*

Laura Marcela Gaviria Yepes², Edwin Mauricio Hincapié Montoya³,
Alejandro Valencia Arias⁴

Resumen

El modelo de empresa basada en modelos tridimensionales digitales que sirven como soporte y fuente de información para monitorear actividades en el ciclo de vida de un producto, es útil para mejorar la eficiencia, diseñar una mejor calidad de productos y reducir costos. Dada su importancia, este trabajo tiene como objetivo examinar la evolución y las tendencias de investigación en la empresa basada en modelos con el fin de guiar la investigación futura en el campo de estudio. La metodología consiste en el análisis bibliométrico de 91 publicaciones académicas a partir de una ecuación de búsqueda aplicada en la base de datos Scopus en un rango de tiempo que va desde 1991 a 2018. Posteriormente, se calcularon indicadores de cantidad y calidad para comprender la evolución de esta área de estudio en dicho período de tiempo. Entre los principales resultados, se observa que los países que generan más conocimiento sobre el tema son China, EE. UU., Brasil y España; que es un tema multidisciplinario abordado desde la informática, las ciencias de decisión respaldadas por centros de investigación en ingeniería y matemáticas. Se destacan en su posicionamiento universidades

¹ Capítulo de libro de investigación resultado del proyecto titulado *Diseño y desarrollo de una metodología para garantizar la calidad de los modelos CAD (Computer Aided Design) de los productos industriales mediante el uso de recomendaciones en la mejora del proceso de diseño* y realizado en la Corporación Universitaria Americana.

² Administradora tecnológica, magister en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional. Lugar de trabajo: Instituto Tecnológico Metropolitano. E-mail: lauragaviria@itm.edu.co.

³ Ingeniero en instrumentación y control, magister en Matemáticas Aplicadas, doctor en Ciencias de Ingeniería. Docente Corporación Universitaria Americana. E-mail: emhincapie@americana.edu.co

⁴ Ingeniero administrador, magister en Ingeniería, Ingeniería de Sistemas, doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones. Docente Corporación Universitaria Americana. E-mail: jvalencia@americana.edu.co.

como la Universidad Federal de Paraná, el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, la Universidad Politécnica del Noroeste y la Universidad de Purdue. Además, entre los temas más investigados se incluyen: fabricación, OPC basado en modelos, ciclo de vida, sistemas de información, diseño asistido por computadora, diseño de productos y gestión de la información.

Palabras clave: análisis bibliométrico, empresa basada en modelos, fabricación, tendencias de investigación.

Introducción

La industria se enfrenta a grandes cambios relacionados con las competencias de la alta globalización: situaciones como una dimisión en la tecnología de largo plazo y el incremento del costo al hacer negocios (Leonard, 2003). La innovación aplicada en los procesos de la industria, como el desarrollo de productos y procesos tecnológicos ayudará a acelerar la generación de productos nuevos e innovadores para el mercado (NGTMTI, 2005). Para mejorar en esta innovación, el avance hacia una empresa basada en modelos (MBE, por sus siglas en inglés) presenta una oportunidad para incrementar la eficiencia en el desarrollo de productos industriales, se deben aprovechar los procesos de fabricación avanzados, como la empresa basada en modelos para impulsar las mejoras de productividad, lo que reducirá los costos de producción y aumentará la competitividad. La empresa basada en modelos se refiere a modelos tridimensionales digitales que sirven como soporte y fuente de información para monitorear actividades en el ciclo de vida de un producto, por lo tanto, resulta útil para mejorar la eficiencia, diseñar productos de una mejor calidad y reducir costos. Al utilizar modelos de productos y procesos para definir, ejecutar, controlar y administrar todos los procesos empresariales, y al aplicar herramientas de simulación y análisis basadas en la ciencia para optimizar los procesos en cada paso del ciclo de vida del producto, será posible reducir sustancialmente tiempo y costo de la innovación, desarrollo, producción y soporte del producto (Frechette, 2011).

En la empresa basada en modelos los datos se crean una vez y se reutilizan directamente por todos los consumidores. Es importante comprender que hay diferentes tipos de modelos utilizados en los procesos empresariales y que los modelos se utilizan para realizar muchas funciones diferentes en

el entorno empresarial. Las relaciones entre las funciones empresariales y cómo se utilizan los diferentes modelos en los procesos empresariales son fundamentales para la implementación exitosa de empresa basada en modelos (Lubell, Chen, Horst, Frechette y Huang, 2011). Con los nuevos avances en el formato de estándares de industria de data y una ingeniería de *software más potente, ahora es posible realizar los procesos de ingeniería haciendo uso de los modelos de data*. La empresa basada aprovecha estos modelos, más que los documentos, como fuente de data para las actividades de ingeniería en la vida del producto (Lubell *et al.*, 2011; Karban *et al.*, 2008)

El éxito de la empresa basada en modelos está en que puede contribuir en la mejora de procesos. Para lograr eso, el modelo utilizado debe convertirse en la base de datos central para la colaboración entre los procesos empresariales, también debe abarcar una definición completa del producto y ser completamente neutral en la aplicación. Luego, a través de procesos mejorados que utilizan MBE, las empresas pueden hacer la transición a la fabricación de “alto valor” y competir sobre la base de la productividad y la excelencia en lugar de las fuentes de mano de obra de bajo costo (NGMTI, 2005). Por tal razón, el objetivo de este trabajo es el de examinar, tanto la evolución como las tendencias en investigación, con el fin de proveer información útil para orientar las futuras investigaciones en este campo de estudio. El trabajo se divide en cuatro secciones: la introducción, en donde se hace una contextualización sobre el tema y se demuestra su importancia en la actualidad; en metodología, se describen los métodos utilizados de la bibliometría y la ecuación de búsqueda; los resultados muestran los hallazgos obtenidos a partir del análisis de la información y, finalmente, se concluye con recomendaciones en investigación sobre la temática.

Metodología

La bibliometría se refiere a la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a la literatura científica y a los autores que la producen con el fin de obtener datos para el estudio de la actividad científica (Tomás-Górriz y Tomás-Casterá, 2018). Si se tiene en cuenta la complejidad de buscar información en un mundo con acceso abierto a la información, entonces se explica que el análisis bibliométrico en ocasiones pueda quedarse corto (Rueda, Gerdri y Kocaoglu, 2007).

Frente a lo anterior, se seleccionó la base de datos Scopus para el acotamiento de la información referente a *Model Based Enterprise* y se estructura la siguiente ecuación de búsqueda:

(TITLE (“Model-based” W/I (enterpris* OR manufactur*)) OR KEY (“Model-based” W/I (enterpris* OR manufactur*)))

La cual está delimitada para el periodo 1991 a 2018 en donde se obtuvo información específica acerca del tema en cuestión. Posteriormente, se deben plantear los elementos referentes a los resultados, en donde se deben exponer los datos recolectados más relevantes, los hallazgos, y si los hay, posibles soluciones a problemas.

Resultados

Después de obtenida la información, se identifican los principales ítems para el desarrollo del presente trabajo, de ahí se obtienen indicadores bibliométricos de cantidad y calidad entre los que se encuentran años, revistas, áreas, instituciones, países, y citas por autor.

• Publicaciones por año

En la siguiente figura se puede apreciar la producción anual en el tema *Model Based Enterprise*.



Figura 74. Evolución de las publicaciones en el campo Model-Based Enterprise

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus.

En la figura se evidencia la cantidad de publicaciones desde la década de los 90 hasta la actualidad, que ha sido poca si se tiene en cuenta la cantidad que va desde dos a siete publicaciones en todo el periodo de tiempo, con el pico más alto entre 2013 y 2015 con nueve publicaciones, lo cual evidencia poco interés o poco enfoque hacia este tema.

- **Revistas con mayor número de publicaciones**

A continuación, las revistas que mayor número tienen publicaciones por tema.

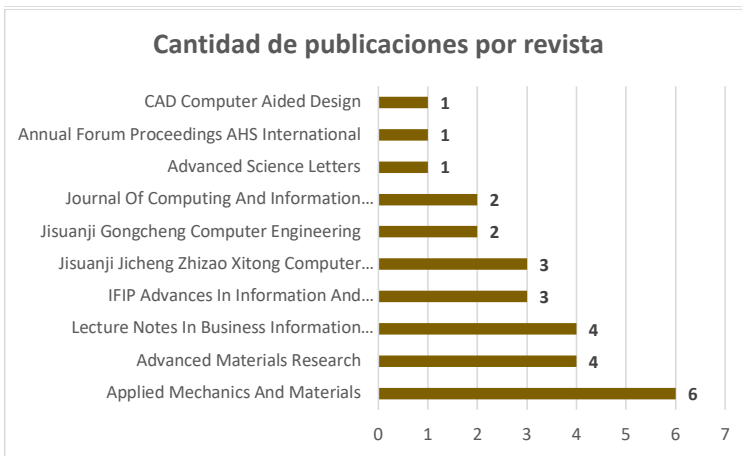


Figura 75. Cantidad de publicaciones por revista

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus.

Según la figura 75, la revista con el mayor número de publicaciones es *Applied Mechanics And Materials* con seis publicaciones, esta revista suiza de más de 50 años se enfoca en las publicaciones de ingeniería y ciencia de los materiales; seguida de esta se encuentran *Advanced Materials Research* y *Lecture Notes in Business Information Processing* con cuatro publicaciones cada una.

- **Áreas entre las que más se publica**

Entre las cinco áreas en que más se publica, se encuentra de primera y con un 34 % de participación las ciencias de la computación, seguida por la ingeniería con 16 %, matemáticas con 16 %, ciencias de la decisión con 9 % y, finalmente, la administración, gestión y contabilidad con un 8 %. Lo anterior coincide con lo expuesto en el marco teórico en donde se enmarcan todas las áreas expuestas en la figura. Es importante prestar atención a las

publicaciones sobre administración, ya que, en estas, aunque no influye directamente el tema de modelado, sí lo hace el proceso de desarrollo de nuevos productos y la gestión que esto involucre. Estos resultados se representan en la figura 76.

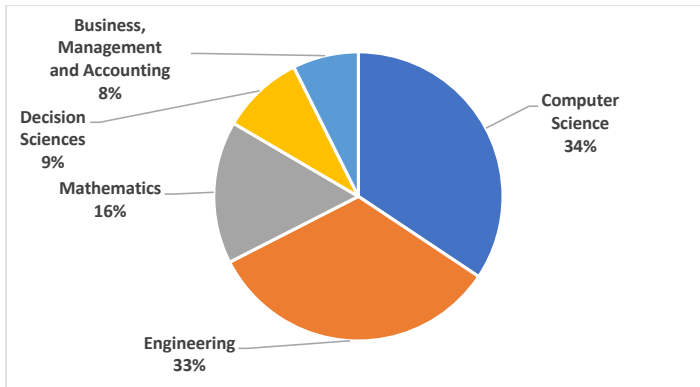


Figura 76. Cantidad de publicaciones por área de conocimiento

Fuente: elaboración propia.

• Instituciones que más publican

La institución con mayor número de publicaciones en el tema es la Universidad Tecnológica Federal do Paraná, la cual se encuentra ubicada en Curitiba, Brasil y que es una Universidad destacada en las áreas de ingeniería, diseño y ciencias de la computación, también se destaca que es la única latinoamericana en la lista, las demás son variadas en su geografía, con ubicaciones entre Estados Unidos, España, China, Lituania y Nueva Zelanda (ver figura 77).

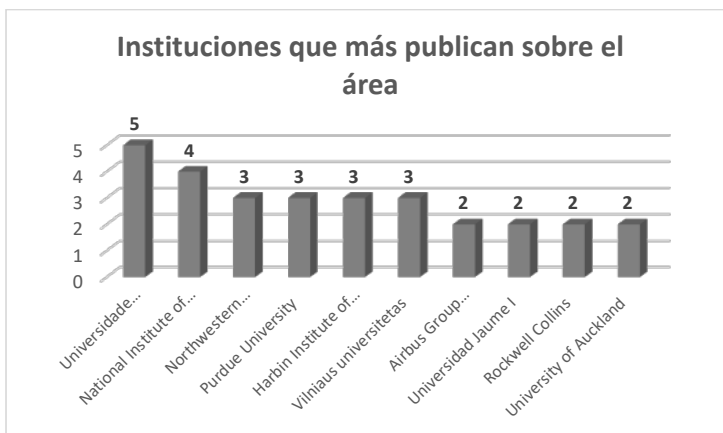


Figura 77. Instituciones que más publican sobre el área

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus

Es importante mencionar que también existen empresas como Airbus Group Inovations y Rockwell Collins lo cual da giro interesante debido a la importancia que tiene para la industria esta temática.

- **Países con mayor número de publicaciones**

Destaca China con el mayor número de publicaciones con un total de cuarenta y cuatro, lo cual puedes verse reflejado en la figura anterior, en la cual se encontraban instituciones de este país, lejos se encuentra Estados Unidos con dieciséis publicaciones, seguido por España y Brasil con cinco publicaciones cada una.

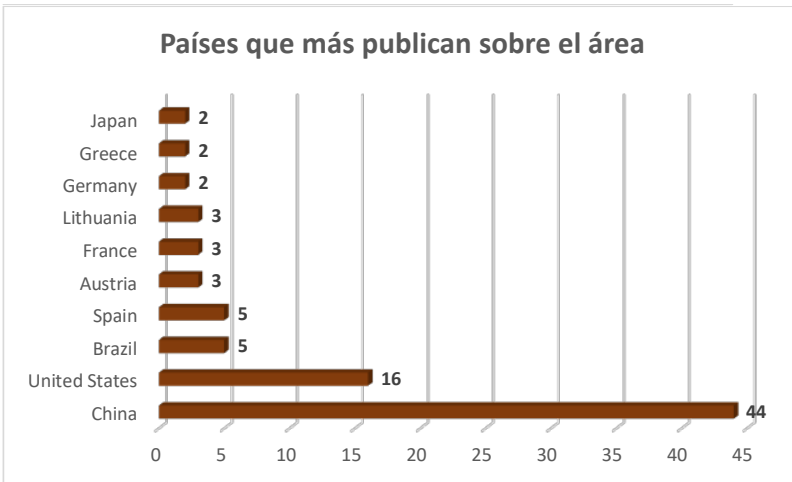


Figura 78. Países que más publican sobre el área

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus.

El elevado número para China que se observa en la figura 78, podría explicarse por el impulso que se ha dado hacia su economía y de ahí la importancia que tiene el proceso de modelación para el desarrollo de nuevos productos.

- **Citaciones por autor**

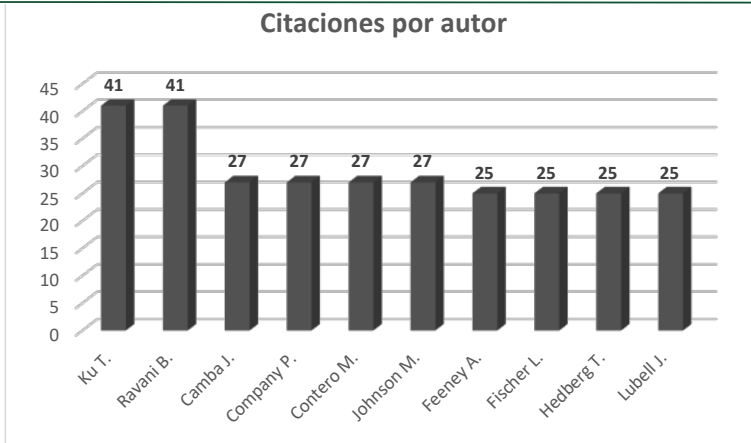


Figura 79. Autores más citados

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus.

Según la anterior figura, el mayor número de citas se encuentra entre los autores T. Ku y B. Ravani, los cuales son de nacionalidad china y estadounidense respectivamente, con lo anterior queda demostrado que China Y Estados Unidos son los países más enfocados en estos temas.

- **Tendencias de investigación**

Entre las tendencias en investigación, es importante destacar las temáticas en las cuales se encuentra el tema de origen de esta investigación, *Model Based Enterprise*, las palabras clave emergentes para este tema son las que se muestran a continuación en la figura 80.

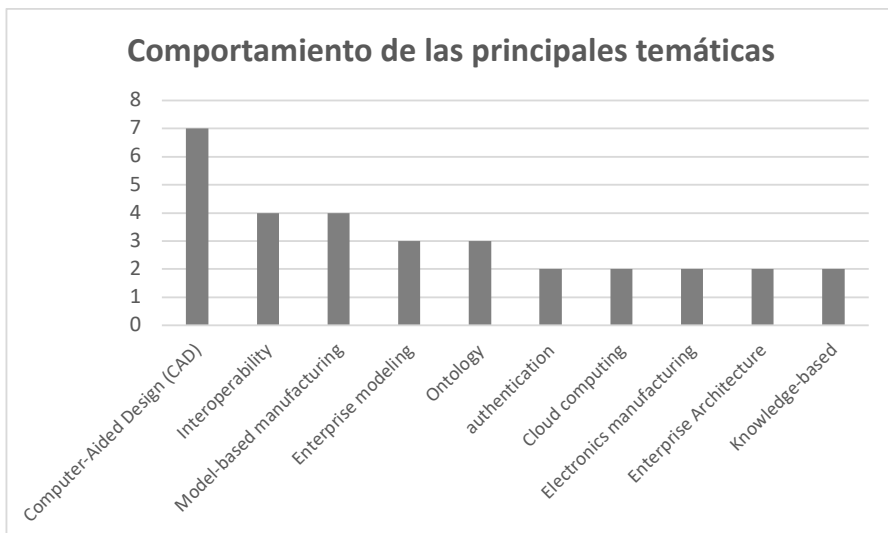


Figura 80. Comportamiento de las principales temáticas

Fuente: elaboración propia a partir de Scopus.

Un buen ejemplo de la unión entre modelo descriptivo y computacional es el diseño asistido de computador (CAD, por sus siglas en inglés). CAD es usado en diferentes tipos de industria para simular y tener una aproximación del producto, además, ayuda al proceso de fabricación. Los primeros modelos CAD solo estaban destinados a la visualización humana. Hoy los CAD pueden ser interpretados por diferente *software* de ingeniería. Ahora existe una variedad de formatos de intercambio estándar para permitir la transferencia de datos de ingeniería de aplicación a aplicación (Lubell *et al.*, 2011). Parte de la investigación sobre CAD va desde nuevos mecanismos de comunicación entre *softwares* hasta diseños geométricos y el objetivo de la reutilización de los modelos (Camba *et al.*, 2011). Más aplicado en el diseño de productos es el modelo basado en la evaluación de la capacidad de fabricación de un aspa del motor Aero, cuyo modelo se basa en el reconocimiento de características para proporcionar información sobre el diseño y otros pasos del proceso (Fan, Cao y Liu, 2012).

Figay, Ghodous, Shariat, Expósito, Tchoffa, Kermad, Dafaoui y Vosgien (2015) desarrollaron un sistema en el que la interoperabilidad de la gestión del ciclo de vida del producto se está probando en un contexto de red de fabricación dinámica. La red comercial digital de aeronáutica, espacio y defensa es el conjunto del sistema de dinámica de fabricación a través de proyectos centrados en tecnologías de la información, CAD y sistemas de información sobre diseño. El ciclo de vida del producto es muy importante para comprender los procesos y las mejoras en esta área se toman, por ejemplo, en diseño para la fabricación (DFM), especialmente el uso del conocimiento de fabricación para respaldar las decisiones de diseño, lo que cada día tiene más impacto e importancia en aplicaciones MBE (Hedberg, Hartman, Rosche y Fischer, 2017). De hecho, todos los modelos 3D y estudios CAD podrían considerarse en este campo debido a la importancia del conocimiento de las características del producto y su ciclo de vida que se beneficia con todos estos avances. Un buen ejemplo de la integración de las herramientas MBE es el desarrollo de Laagmead (2015), donde un sistema de automatización y detección de embarcaciones interconectadas en buques comerciales y navales. El proceso normal para instalar este tipo de sistemas requiere un alto nivel de sofisticación y esfuerzo de diseño, por lo que a través de MBE todas estas fases podrían ser más eficientes diseñando el sistema y simulando su funcionamiento y analizando el ciclo de vida del sistema para aumentar la eficiencia y el rendimiento de los recipientes.

Conclusiones

La temática de *Model Based Enterprise* ha permanecido estable en cuanto a publicaciones se refiere, sin embargo, es importante mencionar que esta pudo haber migrado hacia otros términos tal y como se demuestra en las tendencias en investigación, ya que, si bien es un tema relevante para la actualidad empresarial, no presenta tantas publicaciones como debería.

Se concluye además que los mayores productores de publicaciones científicas en esta temática son China y Estados Unidos, países con grandes economías y que este tipo de producción, se concentra poco en países de Latinoamérica, cuyas economías son emergentes, en las cuales sus empresas podrían impulsarse gracias a la investigación entre estas temáticas.

Como trabajo futuro, se sugiere que se realice un estudio con las temáticas relacionadas, y tener en cuenta la migración de términos desde los cuales se podrá realizar un mayor seguimiento para la generación de producción científica y que sea aplicable a la industria.

Referencias bibliográficas

- Camba, J., Contero, M., Johnson, M. y Company, P. (2014). Extended 3D annotations as a new mechanism to explicitly communicate geometric design intent and increase CAD model reusability. *Computer-Aided Design*, 57, 61-73.
- Fan, Q., Cao, Y. y Liu, H. (2012). Research on Aero Engine Blade Information Model Based on Manufacturability Evaluation. *Advanced Materials Research*, 346, 294-300.
- Figay, N., Ghodous, P., Shariat, B., Expósito, E., Tchoffa, D., Kermad, L., Dafaoui, E. y Vosgien, T. (2015). Model Based Enterprise Modeling for Testing PLM Interoperability in Dynamic Manufacturing Network. Recuperado de <https://hal.inria.fr/hal-01438398/document>
- Frechette, S. P. (2011). Model based enterprise for manufacturing. *44th CIRP International Conference on Manufacturing Systems*. Conferencia llevada a cabo en Madison, Estados Unidos.

- Hedberg, T., Hartman, N., Rosche, P. y Fischer, K. (2017). Identified research directions for using manufacturing knowledge earlier in the product life cycle. *International Journal of Production Research*, 55(3), 819-827.
- Karban, R., Zamparelli, M., Bauvir, B., Koehler, B., Noethe, L. y Balestra, A. (2008). Exploring modelbased engineering for large telescopes: getting started with descriptive models. *Modeling, Systems Engineering, and Project Management for Astronomy*, 7017, 701-711.
- Langmead, J. y Gillikin, D. (2015). Model based enterprise architecture for shipbuilding. *International Conference on Computer Applications in Shipbuilding*. Conferencia llevada a cabo en Bremen, Alemania.
- Leonard, J. (2003). *How Structural Costs Imposed on U.S. Manufacturers Harm Workers and Threaten Competitiveness*. Chicago: MAPI.
- Lubell, J., Chen, K., Horst, J., Frechette, S. y Huang, P. (2011). Model Based Enterprise/Summit Report. Recuperado de <https://bit.ly/3jJD1rh>
- Next-Generation Manufacturing Technology Initiative. (2005). *Strategic Investment Plan for the Model-based Enterprise*. Washington: NGMTI.
- Rueda, G., Gersdri, P. y Kocaoglu, D. F. (2007). Bibliometrics and social network analysis of the nanotechnology field. *PICMET'07: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*. Conferencia llevada a cabo en Portland, Estados Unidos.
- Tomás-Górriz, V. y Tomás-Casterá, V. (2018). La bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hospital a Domicilio*, 2(4), 145-163.

Capítulo 13

Desarrollo de una estructura de cursos tipo MOOC (Massive Online Open Course) en el área de ciencias básicas haciendo uso de un campus virtual en el LMS, Moodle¹

Development of a structure of MOOC (Massive Online Open Course) courses in the basic sciences area using a virtual campus in the LMS, Moodle.

Alejandra María Valencia David², Andrés Felipe Sánchez Agudelo³,
Marlon Hanner Henao Mejía⁴, Alexander Torres Colorado⁵

Resumen

En los últimos años, las nuevas herramientas tecnológicas de la información y la comunicación han producido un cambio profundo en la manera en que los individuos se comunican e interactúan con estos dispositivos. El uso de internet está ampliamente extendido y es primordial para cualquier institución contar con presencia en la red de comunicaciones, y además afrontar el reto de migrar sus servicios y aplicaciones a un entorno web que permita a sus usuarios y alumnado acceder a ellos a través del ciberespacio. En la actualidad, la forma en la cual los estudiantes aprenden y acceden a la información es muy diferente en comparación a algunos años atrás, por esto se ha vuelto indispensable el uso de herramientas tecnológicas para acceder a la información en cualquier momento y lugar como es el caso de los sitios web para el aprendizaje, Moodle y de los MOOC. El presente proyecto está desarrollado con el fin de dar a los alumnos la posibilidad de realizar sus clases de forma virtual, con la finalidad que el estudiante pueda acceder desde la comodidad de su hogar, oficina o donde lo desee a un aula

¹ Capítulo de libro de investigación resultado de investigación para el *Proyecto de I+D+I que contribuye al fortalecimiento de la formación virtual en el Departamento de Antioquia*, financiado por Colciencias con código 64408 y realizado desde febrero de 2019.

² Tecnóloga en Producción de Multimedia, estudios de Ingeniería de Sistemas. Anomali. Correo: valenciaalejandra2305@coruniamericana.edu.co.

³ Estudiante de Ingeniería de Sistemas. Pc madrigal SAS. E-mail: andres.xa@hotmail.com.

⁴ Técnico laboral en ensamble y mantenimiento de computadores, técnico laboral en análisis y programación de computadores, estudiante de Ingeniería de Sistemas. Humanitas IPS. E-mail: marlonhannerh@gmail.com.

⁵ Estudiante de Ingeniería de Sistemas. Industrias fantasía. E-mail: altorresco@gmail.com.

virtual, siempre y cuando cuente con un dispositivo con acceso a internet, permitiéndole mayor flexibilidad para llevar a cabo sus estudios.

Palabras clave: MOOC, Moodle, aprendizaje colaborativo, ciencias básicas, desarrollo web.

Introducción

Hace varios años, el aprendizaje universitario debía realizarse presencialmente tomando como ayuda los libros que se encontraban en las bibliotecas, más adelante, un buscador virtual respondía las preguntas planteadas permitiendo mayor rapidez a la hora de consultar información básica. En la actualidad, con la difusión de la tecnología digital, el N-GEN, generación en red y D-GEN, generación digital (Prensky, 2010), los nuevos sistemas computacionales, más allá de solo contestar preguntas, permiten a los estudiantes obtener la información desde cualquier lugar del mundo y en cualquier momento, ayudando de esta forma a que las personas con poca flexibilidad horaria o que por otros motivos no puedan desplazarse a tomar sus clases presencialmente a una universidad, puedan hacerlo virtualmente a través de las nuevas tecnologías.

Debido a esto, es necesario que la educación se transforme y se adapte a la tecnología, para ofrecer más herramientas y recursos a los docentes y estudiantes, teniendo en cuenta que, como lo dice Prensky (2010), muchos de los primeros aún son inmigrantes digitales, que pertenecen a la edad predigital, y buscan instruir a una generación que controla perfectamente dicha “lengua” y aprenden a un ritmo y en formas diferentes a las anteriores generaciones, ya que en su mayoría son nativos digitales, los cuales han llegado para ser nutridos de contenidos por fuera de la educación tradicional (Prensky, 2010). Para dar solución a esto, se requieren contenidos ajustables, robustos, dinámicos y accesibles que ejerzan un rol mediador en la formación por competencias en los cursos. Además se requieren estrategias que mejoren la asimilación del contenido, gamificándolo y devolviéndolo al estudiante de una forma más amigable y ayudando a los docentes a impartir el contenido fácilmente.

Es en este contexto que la Corporación Universitaria Americana, propuso el desarrollo de un MOOC hecho en Moodle (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos), una plataforma, gratuita, de *software* libre

y una herramienta *e-learning* que se retroalimenta del trabajo realizado por la institución y participantes que colaboran en red, lo cual permite acceder libremente e incorporar a las asignaturas múltiples módulos y recursos creados por los usuarios, igualmente posibilita el aprendizaje no presencial de los alumnos, lo que hace preciso contar con una herramienta que facilite la virtualidad, aspecto fundamental con el nuevo formato de la implantación de la pedagogía conocida filosóficamente como “escuela nueva” (Martínez de Lahidalga, 2008). Inicialmente, será realizado para el área de ciencias básicas permitiendo que estudiantes de la institución y estudiantes de cinco municipios de Antioquia: Caucasia, Santa Fe de Antioquia, Yarumal, Barbosa y Rionegro puedan realizar sus cursos virtualmente.

Tras ser aprobada la propuesta por Colciencias con el código 64408, se pretende que la vinculación efectiva de las ciencias básicas a las tecnologías digitales impacte positivamente el desarrollo de las regiones del departamento de Antioquia. Además, mediante el rastreo a experiencias de virtualización de cursos, se ha identificado que el tipo de diseño instruccional y la facilidad de uso de las herramientas de la plataforma, inciden significativamente en el desempeño de los estudiantes al momento de utilizar los recursos de aprendizaje, de tal forma que se responda a la pregunta de cómo desarrollar un curso tipo MOOC hecho en Moodle.

El desarrollo de programas y cursos virtuales debe responder a la necesidad cada vez mayor de interacción en el marco del ajuste dinámico de las necesidades de aprendizaje de las comunidades. El aprendizaje cada vez más mediado por la ubicuidad de contenidos y embebido en redes de aprendizaje colaborativo, deberá estar mediado por una correlación entre los recursos, las herramientas y el modelo pedagógico, en el marco de un aprendizaje orientado a la actualización continua para la formación de competencias en entornos de cada vez mayor densidad poblacional y para zonas de difícil acceso para así garantizar equidad e integralidad de las políticas educativas.

Con base en lo anterior se desarrolló una estructura de cursos tipo MOOC (Massive Online Open Course) en el área de ciencias básicas haciendo uso de un campus virtual en el LMS, Moodle, tomando como base la plataforma AVA de la universidad.

Desarrollo

A continuación, se presentan los aspectos tenidos en cuenta para el desarrollo con sus respectivos resultados.

- **Metodología y aspectos técnicos**

La metodología ingenieril utilizada para el desarrollo del proyecto se basa en una metodología clásica del ciclo del *software*, en la cual se establecen cinco etapas: análisis, diseño, desarrollo, implementación y pruebas.

- **Análisis, diseño y desarrollo**

Se definen los requisitos básicos para el desarrollo de la plataforma, tanto de *hardware* como de *software*.

Hardware: el requisito mínimo de uso de la plataforma Moodle es tener un acceso a internet y una máquina con especificaciones mínimas de memoria y procesamiento equivalentes.

Espacio de disco: 200 MB para el código de Moodle, más cuanto usted necesite para almacenar sus materiales. 5GB es probablemente el absolutamente mínimo realista para correr un sitio de producción. Procesador: 1GHz (mínimo), se recomienda 2GHZ doble núcleo o más. Memoria: 512 (mínimo), 1GB o más es fuertemente recomendado. Más de 8GB es típico para un gran servidor de producción (Moodle, 2019).

Software y lenguajes de programación: la plataforma de Moodle se encuentra desarrollada esencialmente bajo PHP, la herramienta principal usada para lograr la modificación del código para la plantilla de la plataforma fue Sublime Text 3, con esta herramienta se inició el proceso de modificación del tema *Foundation* descargado de forma gratuita desde el sitio oficial de Moodle, logrando en una primera instancia implementar un tema acorde a los colores institucionales y con las funcionalidades previamente planteadas. Como resultado se obtuvo en entorno donde se puede implementar contenido embebido. Uno de los principales requisitos del proyecto era implementar videos interactivos, ya que los docentes identificaron que esta es una de las estrategias predilectas para la comunicación porque ayuda a entender mejor un tema y además permite realizar preguntas al estudiante para que pueda interactuar con el contenido. De esta forma se implementó el *plugin*

h5p, el cual permite agregar videos desde la plataforma y desde YouTube, y agregar preguntas con diferentes tipos de formato: selección múltiple, falso y verdadero, reconocimiento de imágenes, *drag and drop* y muchas más.

Por último, se hizo una modificación en la plataforma para obtener un resultado de fácil acceso e intuitivo para el estudiante; los ítems se separaron por mosaicos que fueron diferenciados con íconos descriptivos de su contenido, dichos íconos son modificables y pueden ser cambiados en cualquier momento por los docentes que se encargan de administrar los cursos, se incluyeron gráficos de medidor radial porcentual, estos medidores tienen un arco circular y muestran un único valor que mide el progreso del objetivo indicado o una clave de rendimiento, la parte sombreada representa el progreso hacia el objetivo el valor dentro de cada círculo que en este caso es 100 % para finalizar el objetivo o el curso.

- **Implementación, pruebas y documentación**

En estas etapas se modificó un curso de prueba, organizando cada tema y actividad en un mosaico para probar que la funcionalidad y estilos sean los correctos. Por último se crearon manuales de usuario para estudiantes y administradores en los cuales se explica cómo se puede usar cada herramienta y cómo se puede modificar en su totalidad un curso.

- **Resultados y análisis de resultados**

De la modificación principal de la plataforma usando complementos previamente creados al estilo MOOC se obtuvo el siguiente resultado visual.

The screenshot displays a user interface for a MOOC platform. At the top, there is a navigation bar with the logo of 'AMERICANA' and 'COLEGIOS', a dropdown menu for 'Mis clases' (Español - México (es_mx)), and a user profile for 'System Administrator'. Below the navigation bar, a dropdown menu is open, listing options: 'Tablero', 'Página inicial del sitio', 'Curso de Ciencias Básicas', and 'Estadística descriptiva - nivel básico'. The main content area shows the title 'Curso de Ciencia' and a breadcrumb trail 'Tablero / Mis cursos / Curso de Ciencia'. A progress indicator shows 'Progreso general %' with a circular gauge at 29%. Below this, there are four tiles representing different course components: 'OBJETIVOS' (with a list icon), 'FOROS GENERALES' (with a group icon and a green checkmark), 'TIPOS DE VARIABLES' (with a document icon and a progress gauge at 67%), and 'DATOS AGRUPADOS' (with a chart icon and a progress gauge at 0%).

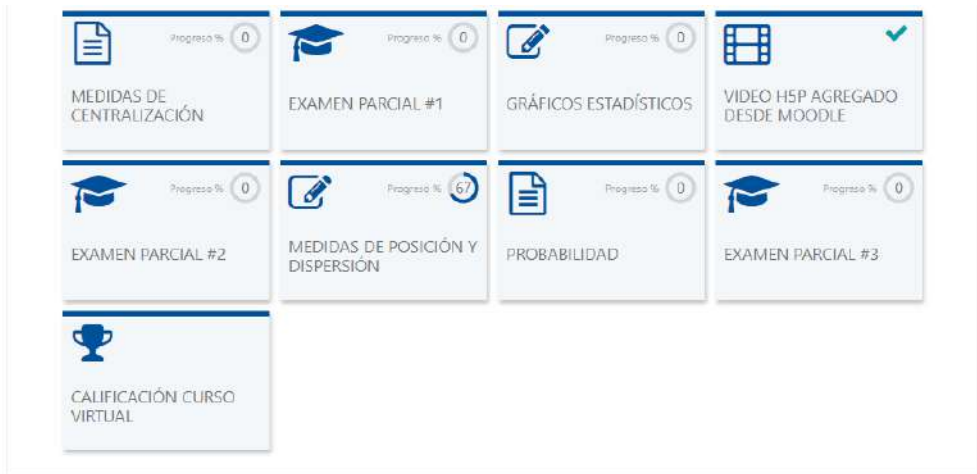


Figura 81. Muestra del tema creado estilo MOOC, Moodle

Fuente: elaboración propia.

Con esta modificación se pudo obtener el resultado de un entorno fácil de seguir, intuitivo a la vista del usuario, donde claramente puede diferenciar todo el contenido principal sin tener que desplazarse a varias ventanas, todo perceptible en un solo lugar, el método de expansión al dar clic en cada ícono permite acceder de forma inmediata al contenido sin la expectativa de carga de un nuevo formulario PHP abreviando los tiempos de respuesta de la plataforma.

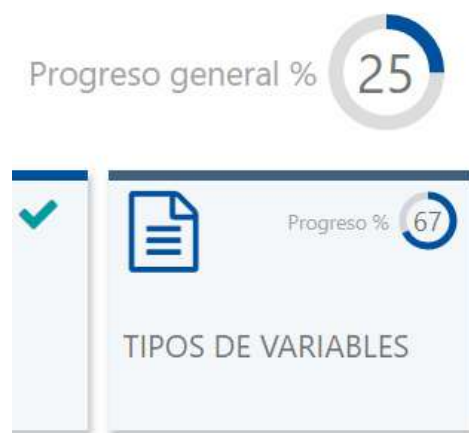


Figura 82. Medidores radiales porcentuales de progreso

Fuente: elaboración propia

El avance general e individual de los cursos es quizás uno de más significativos en todas las plataformas, se logró la inclusión en el tema de estos iconos permitiendo tener control directo del contenido sin tener que cambiar de ventana.

Si tras la evaluación el profesor descubre que no se están alcanzando los objetivos, o que el ritmo de adquisición es inferior al esperado, podrá analizar las dificultades específicas de cada estudiante y adaptar la respuesta a sus necesidades. Esta adaptación incluirá modificaciones en la metodología, personalización en el material didáctico o mejoras en las estrategias de aprendizaje (Smile and Learn, 2019).



Figura 83. Iconos responsive (diseño del tema)

Fuente: elaboración propia.

Al igual que en todo contenido web es muy importante el diseño *responsive*, el tema está diseñado para adaptarse a cualquier dispositivo independiente del entorno de ejecución.

El diseño *responsive* facilita que se puedan dar condiciones de *mobile learning*, pero no es exclusiva de este. Es decir, no todos los contenidos que se utilizan para *mobile learning* son *responsive*. En *mobile learning* podemos encontrar contenidos no *responsive*, con una experiencia de usuario y objetivos exclusivamente dirigidos *smartphones* y *tablets* para el aprendizaje ubicuo. Normalmente se materializan en aplicaciones nativas (App). (Almonte Moreno, 2017).

Con el uso de complemento H5P el resultado obtenido es el siguiente



Figura 84. Complemento HSP para videos interactivos
Fuente: elaboración propia.

El funcionamiento logrado con este complemento previamente creado para Moodle es simular un cuestionario donde se debe responder de forma correcta, en caso de dar respuesta errónea automáticamente el video interactivo regresará al punto donde la información que se pide como contestación es explicada, con este método el proceso tiende a ser conducente y preciso al objetivo inscrito de aprendizaje que se desea con cada alumno.

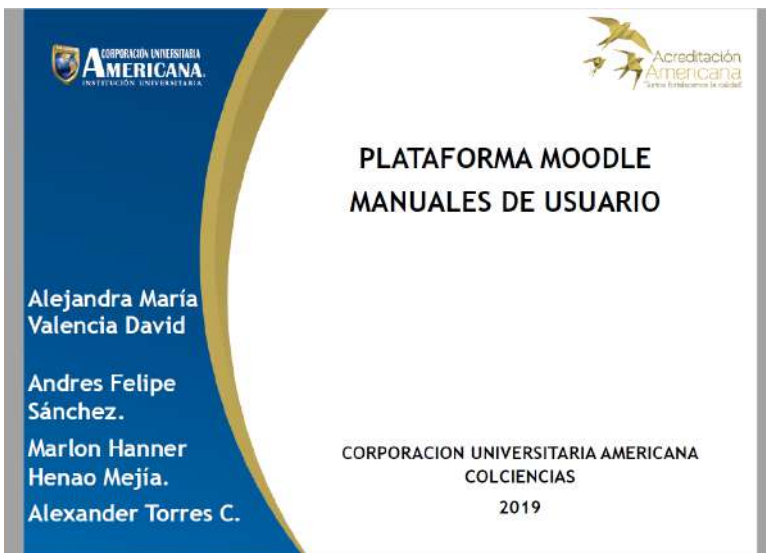


Figura 85. Manual para el uso de la plataforma
Fuente: elaboración propia a partir de Scopus

Por último, se desarrolló un manual de usuario que contiene cada uno de los manejos principales desde el acceso hasta la edición, dirigido a docente y alumnos con el fin de que cada usuario pueda remitirse al manual si tiene dudas del funcionamiento general de la plataforma.

Conclusiones

La tecnología avanza rápidamente y es necesario que con ella avance la educación, para dar paso a la nueva escuela, teniendo en cuenta que las nuevas generaciones de estudiantes son nativos digitales y aprenden a ritmos muy diferentes a las anteriores generaciones (Prensky, 2010).

Se requieren contenidos ajustables, robustos, dinámicos y accesibles que ejerzan un rol mediador en la formación por competencias en los cursos (Martínez de Lahidalga, 2008). Además se requieren estrategias que mejoren la asimilación del contenido, gamificándolo y devolviéndolo al estudiante de una forma más amigable y ayudando a los docentes a impartir el contenido fácilmente.

Moodle (Entorno Modular de Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos), es una plataforma gratuita, de *software* libre y una herramienta *e-learning* que se retroalimenta del trabajo realizado por la institución y participantes que colaboran en red, facilita la virtualidad, y posibilita el aprendizaje no presencial de los alumnos.

Se lograron identificar los elementos principales que conforman las apariencias y estructuras del entorno LMS Moodle, logrando así la modificación del tema, colores, diseño e implementación de los elementos tipo MOOC previamente creados para la plataforma, todo esto acorde a los colores institucionales de la Corporación Universitaria Americana y Colciencias.

Como paso final, se verifica el buen desempeño e integración del nuevo tema al adicionar contenido robusto, logrando obtener un buen resultado en el desarrollo y visualización, creando manuales de usuario para docentes y estudiantes del manejo básico de la misma.

Referencias bibliográficas

Almonte Moreno, M. (20 de agosto de 2017). Diseño de contenidos responsive en *e-learning*. Recuperado de <https://aprendizajeenred.es/contenidos-responsive-interactivos-elearning/>

Martínez de Lahidalga, I. R. (2008). Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar. Recuperado de <https://bit.ly/32Yj7m2>

Moodle. (2016). Para qué sirve Moodle. Recuperado de <https://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=324883>

Moodle. (2019). Instalación de Moodle. Recuperado de <https://bit.ly/3fljKxE>
Prensky, M. (2010). Nativos e inmigrantes digitales. Recuperado de <https://bit.ly/2ZWfHOO>

Smile and Learn. (2019). La importancia de medir y evaluar el aprendizaje. Recuperado de <https://smileandlearn.com/la-importancia-de-medir-y-evaluar-el-aprendizaje/>

