

Nuevas tendencias investigativas

en computaci3n, informaci3n y educaci3n en
ingenieria



R3b3nson Andr3s Jim3nez Toledo
Silvio Ricardo Timar3n Pereira
Giovanni Albeiro Hern3ndez Pantoja
Compiladores





Editorial
UNIMAR
Colección Evento

Nuevas tendencias investigativas en computación, informática y educación en ingeniería

Róbinson Andrés Jiménez Toledo
Silvio Ricardo Timarán Pereira
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja
Compiladores

2019



Nuevas tendencias investigativas en computación, informática y educación en ingeniería

3^{er} Congreso Andino de Computación, Informática y Educación, CACIED 2017
San Juan de Pasto, Colombia, noviembre 1-2, 2017

Róbinson Andrés Jiménez Toledo
Silvio Ricardo Timarán Pereira
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja
Compiladores

Universidad Mariana
San Juan de Pasto
2019

Nuevas tendencias investigativas en computación, informática y educación en ingeniería

Autores:

Róbinson Andrés Jiménez Toledo
Álvaro Alexander Martínez Navarro
Giovanni Hernández Pantoja
Franklin Eduardo Jiménez Giraldo
Herman Jair Gómez Palacios
Mario Fernando Jojoa Acosta
José Javier Villalba Romero
Geovany Stiven Viteri Salazar
Sara Esperanza Lucero Revelo
Anabela Salomé Galárraga Andrade
Jorge Edmundo Gordón Rogel
Sandra Vallejo Chamorro
Javier Jiménez Toledo
Luis Eduardo Peláez Valencia
Alonso Toro Lazo
José Javier Coronel Casadiego
José Daniel Pérez Torres

Omar Antonio Vega
Ricardo Timarán Pereira
Arsenio Hidalgo Troya
Javier Caicedo Zambrano
Gonzalo José Hernández Garzón
Alexander Barón Salazar
Jorge Riascos Romero
Sebastián Cárdenas Córdoba
Carlos Felipe Obando Santacruz
Jhonny Gabriel Chamorro Caicedo
Antonio Muñoz Guevara
Sandra Marcela Guerrero Calvache
Daniel Eduardo Rodríguez Franco
Luis David Ledesma Mariño
Edier Humberto Largo Bueno
Daniel Ureña Enriquez
Camilo Velasco Paredes

Compiladores: Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Silvio Ricardo Timarán Pereira, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja.

Editor: Luz Elida Vera Hernández, Editorial UNIMAR

Fecha de publicación: 2019

Páginas: 232

ISBN: 978-958-8579-37-5

Info copia: 1 copia disponible en la Biblioteca Nacional de Colombia

Existencias

Biblioteca Nacional de Colombia

Copia Material Localización

1 Libro Electrónico Biblioteca Nacional – Libros (consecutivo)

Nuevas tendencias investigativas en computación, informática y educación en ingeniería

Compiladores: Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Silvio Ricardo Timarán Pereira, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja.

Editor: Luz Elida Vera Hernández

Editorial: Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

Fecha de publicación: 2019

Páginas: 232

ISBN: 978-958-8579-37-5

Edición: Primera

Formato: electrónico

Colección: evento

Materia: Ingeniería

Materia tópico:

Palabras clave: CACIED, educación en ingeniería.

País/Ciudad: Colombia / San Juan de Pasto

Idioma: Español

Menciones: Ninguna

Visibilidad: Página web Editorial UNIMAR, Universidad Mariana

Tipo de contenido:

Comité Científico

Universidad de Nariño

Dr. Silvio Ricardo Timarán Pereira
Dr. Eduardo Delio Gómez López
Mg. Gonzalo José Hernández Garzón
Mg. Manuel Ernesto Bolaños Gonzales
Mg. Luis Obeimar Estrada Sapuyes

Universidad Mariana

Mg. Róbinson Andrés Jiménez Toledo
Mg. Giovanni Albeiro Hernández Pantoja
Mg. Álvaro Alexander Martínez Navarro
Mg. Herman Jair Gómez Palacios
Mg. Franklin Eduardo Jiménez Giraldo

Institución Universitaria CESMAG

Mg. José María Muñoz Botina
Mg. Javier Alejandro Jiménez Toledo
Mg. Arturo Eraso Torres
Mg. Carlos Fernando González Guzmán
Mg Omar Alexander Revelo Zambrano

Comité Organizador

Dr. **Silvio Ricardo Timarán Pereira**

Presidente Red CACIED

Universidad de Nariño

Mg. **Giovanni Albeiro Hernández Pantoja**

Docente Investigador Grupo GISMAR

Universidad Mariana

Mg. **Omar Alexander Revelo Zambrano**

Director Programa de Ingeniería de Sistemas

Institución Universitaria CESMAG

Mg. **Manuel Ernesto Bolaños Gonzales**

Director Departamento de Ingeniería de Sistemas

Universidad de Nariño

Mg. **Luis Carlos Revelo**

Decano Facultad de Ingeniería

Institución Universitaria CESMAG

Comité de Logística

Mg. **Franklin Eduardo Jiménez Giraldo**

Coordinador Comité de Logística

Universidad Mariana

Mg. **Rafael Esteban Llerena Riascos**

Coordinador Comité de Logística

Institución Universitaria CESMAG

Mg. **Gonzalo José Hernández Garzón**

Coordinador Comité de Logística

Universidad de Nariño

Autoridades Institucionales 2017

Hna. **Amanda Lucero Vallejo**, f.m.i.

Rectora Universidad Mariana

Dra. **Martha Sofía González Insuasti**

Rectora Universidad de Nariño

Fray **Próspero Arciniegas Zaldúa**

Rector Institución Universitaria CESMAG

Áreas Temáticas

Ingeniería de Software y Programación

Gestión de Información

Inteligencia de Negocios

Data mining y Big Data

Sistemas Inteligentes y de Conocimiento

Informática y Telecomunicaciones

Educación en Ingeniería de Sistemas, Informática y Computación

Universidad Mariana

Hna. **María Teresa González Silva,** f.m.i.
Rectora

Graciela Burbano Guzmán
Vicerrectora Académica

Luis Alberto Montenegro Mora
Director Centro de Investigaciones

M Sc. Gloria Lucía Cárdenas Calvachi
Decana Facultad de Ingeniería

Luz Elida Vera Hernández
Director Editorial UNIMAR

Editorial UNIMAR

Luz Elida Vera Hernández
Directora Editorial UNIMAR

David Armando Santacruz Perafán
Diseño y Diagramación

Ana Cristina Chávez López
Corrección de Estilo

Correspondencia:

Editorial UNIMAR, Universidad Mariana
San Juan de Pasto, Nariño, Colombia, Calle 18 No. 34 – 104
Tel: 7314923 Ext. 185
E-mail: editorialuniar@umariana.edu.co

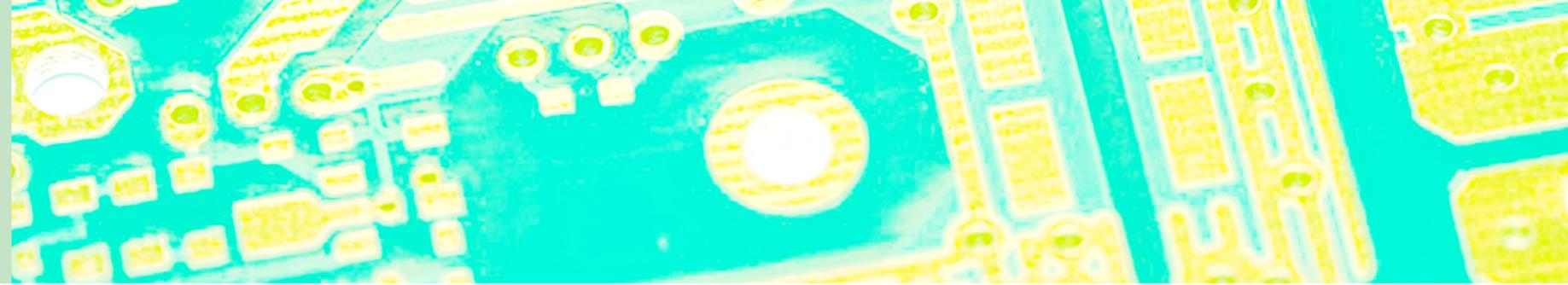
Disponible:

Cítese como: Jiménez, R., Timarán, R. y Hernández G. (comp.). (2019). *Nuevas tendencias investigativas en computación, informática y educación en ingeniería*. San Juan de Pasto: Editorial UNIMAR.

Las opiniones contenidas en el presente libro no comprometen a la Editorial UNIMAR ni a la Universidad Mariana, puesto que son responsabilidad única y exclusiva de los autores; de igual manera, éstos han declarado que en su totalidad, es producción intelectual propia, en donde aquella información tomada de otras publicaciones o fuentes, propiedad de otros autores, está debidamente citada y referenciada, tanto en el desarrollo del documento como en las secciones respectivas a la bibliografía.

El material de este libro puede ser reproducido sin autorización para uso personal o en el aula de clase, siempre y cuando se mencione como fuente su título, autores y editorial. Para la reproducción con cualquier otro fin es necesaria la autorización de la Editorial UNIMAR de la Universidad Mariana.

Contenido



Prólogo	12		
Capítulo 1. Narce Digital - Una herramienta de autodiagnóstico de problemas en adaptación escolar			
Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Sara Esperanza Lucero Revelo, Anabela Salomé Galárraga Andrade, Jorge Edmundo Gordón Rogel, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Antonio Muñoz Guevara.	14		
Capítulo 2. Desarrollo de una aplicación web para la simulación de fenómenos cinemáticos			
José Javier Coronel Casadiego, José Daniel Pérez Torres.	26		
Capítulo 3. El aseguramiento de la calidad de los requerimientos en la industria local del software: caso Pereira			
Luis Eduardo Peláez Valencia, Alonso Toro Lazo, Daniel Eduardo Rodríguez Franco, Luis David Ledesma Mariño, Edier Humberto Largo Bueno.	48		
Capítulo 4. Análisis del desempeño en la construcción de software basada en Equipos: Caso Universidad de Nariño			
Giovanni Hernández Pantoja, Sandra Vallejo Chamorro, Javier Jiménez Toledo, Jorge Riascos Romero, Sebastián Cárdenas Córdoba.	70		
Capítulo 5. Aplicación del algoritmo k-medias para la extracción de características en imágenes de cultivos de arveja			
Mario Fernando Jojoa Acosta, Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Carlos Felipe Obando Santacruz, Jhonny Gabriel Chamorro Caicedo.	86		
		Capítulo 6. Propuesta Basada en Scrum, Peopleware y Software Libre: Caso Universidad de Nariño	
		Geovany Stiven Vitery Salazar, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Herman Jair Gómez Palacios.	100
		Capítulo 7. Estado actual de las prácticas de seguridad y gestión de la información en hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto	
		Róbinson Andrés Jiménez Toledo, Álvaro Alexander Martínez Navarro, Giovanni Albeiro Hernández Pantoja, Franklin Eduardo Jiménez Giraldo, Daniel Ureña Enriquez, Camilo Velasco Paredes.	124
		Capítulo 8. Modelo de servitización como estrategia de competitividad en Mipymes del sector TIC del municipio de Pasto - Colombia	
		José Javier Villalba Romero.	148
		Capítulo 9. Nuevos escenarios en el desarrollo de software colaborativo	
		Gonzalo José Hernández Garzón, Alexander Barón Salazar, Sandra Marcela Guerrero Calvache.	166
		Capítulo 10. Factores asociados al desempeño académico en las pruebas Saber Pro de los estudiantes de la Universidad de Nariño	
		Ricardo Timarán Pereira, Arsenio Hidalgo Troya, Javier Caicedo Zambrano.	190
		Capítulo 11. Gestión del conocimiento en el entorno universitario: una aproximación	
		Omar Antonio Vega.	214



Prólogo

El Congreso Andino de Computación, Informática y Educación (CACIED) ha sido organizado en tres oportunidades y se ha ido consolidando cada dos años, como un lugar de encuentro de investigadores, docentes, profesionales y estudiantes de los países andinos, con el fin de compartir y socializar sus experiencias e investigaciones en las Ciencias de la Computación, Informática y Educación en Ingeniería de Sistemas.

En su primera edición se realizó durante los días 5 al 8 de noviembre de 2013, en la ciudad de San Juan de Pasto (Colombia) y fue organizado por el Departamento de Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Nariño.

En la segunda edición se llevó a cabo en la ciudad de Guayaquil (Ecuador) celebrado en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) durante los días 4 al 6 de noviembre de 2015.

En su tercera edición, CACIED vuelve a la ciudad de San Juan de Pasto, capital del departamento de Nariño (Colombia), pero esta vez con la organización colaborativa de las Universidades de Nariño, Mariana e Institución Universitaria CESMAG.

En esta oportunidad hubo 110 resúmenes para evaluación, de los cuales el Comité Técnico de CACIED 2017 aceptó 44 como ponencias y 16 como pósteres. Los autores aceptados pertenecían a universidades y empresas de Ecuador, México y Colombia. Adicionalmente se contó con tres conferencistas de universidades colombianas (Andes, Católica de Pereira y San Buenaventura), una de la Universidad de Castilla La Mancha (España) y una del sector empresarial.

Como presidente de la red CACIED y del Comité organizador de CACIED 2017, doy mis más sinceros agradecimientos al Comité organizador por el trabajo arduo que significó la organización de este evento, al Comité científico por cumplir con las evaluaciones de las contribuciones a tiempo y al Comité de logística que permitió que la realización del Congreso fuera todo un éxito.

Dr. Ricardo Timarán Pereira

Capítulo 1

Narce Digital - Una herramienta de autodiagnóstico de problemas en adaptación escolar

Robinson Andrés Jiménez Toledo¹
Sara Esperanza Lucero Revelo²
Anabela Salomé Galárraga Andrade³
Jorge Edmundo Gordón Rogel⁴
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja⁵
Antonio Muñoz Guevara⁶

¹ Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia. Profesor Asociado Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: rjimenez@umariana.edu.co

² PhD en Educación, Universidad de Baja California, México; Dra. en Psico-rehabilitación, Universidad Central del Ecuador. Profesora Asociada Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación FORMA. Correo electrónico: slucero@umariana.edu.co

³ Magíster en Ciencias de la Educación, Universidad Católica del Ecuador; Máster en Neuropsicología y Educación (E), Universidad Internacional de la Rioja, España; Licenciada en Ciencias de la Educación, especialidad Psicología Educativa y Orientación Vocacional, Universidad Técnica del Norte, Ecuador. Docente Titular de la Universidad Técnica del Norte. Correo electrónico: asgalarraga@gmail.com / asgalarraga@utn.edu.ec

⁴ Máster en Neurociencia Cognitiva y del Comportamiento, Universidad de Granada, España; Máster en Neuropsicología y Educación (E), Universidad Internacional de la Rioja, España; Psicólogo Clínico, Universidad Central del Ecuador. Docente Titular de la Universidad Técnica del Norte. Correo electrónico: george_gr85@hotmail.com / jegordonr@utn.edu.ec

⁵ Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño. Profesor Asociado Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: gihernandez@umariana.edu.co

⁶ Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana. Coinvestigador Proyecto NARCE Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: wetoro@umariana.edu.co

Resumen

El presente resumen científico indica los resultados del proceso de implementación tecnológica denominado 'Software para el diagnóstico del nivel de autorregulación cognitivo emocional (NARCE-Digital)' que incorpora el instrumento 'Arco iris cognitivo emocional', como una herramienta que facilita el autodiagnóstico sistémico de estudiantes, padres de familia, docentes y expertos psicólogos, generando resultados de manera ágil y en menor tiempo. La problemática abordada está en relación con la desadaptación escolar y la ausencia de instrumentos que puedan ayudar a identificar problemas relacionados con los procesos de autorregulación cognitiva emocional, que han llevado al desconocimiento de las causas de problemas en: adaptación, inconvenientes de salud, desempeño personal y social, fundamentalmente en lo cognitivo y emocional. Este producto tecnológico, fruto de un proceso investigativo, está siendo parametrizado para su utilización en instituciones de educación media de Ipiales, Pasto, Bogotá (Colombia), Ibarra (Ecuador), Colima (México) y Chimbote (Perú).

Palabras clave: NARCE digital, autorregulación cognitiva, adaptación escolar, arcoíris cognitivo emocional.

Narce Digital - A self-diagnosis tool for problems in school adaptation

Abstract

This scientific summary indicates the results of the technological implementation process called 'Software for the diagnosis of the level of emotional cognitive self-regulation (NARCE-Digital)' that incorporates the 'Emotional cognitive rainbow' instrument, as a tool that facilitates the systemic self-diagnosis of students, parents, teachers and psychology experts, generating results in an agile way and in less time. The problems addressed are related to school maladjustment and the absence of instruments that can help identify problems related to emotional cognitive self-regulation processes, which have led to ignorance of the causes of problems in: adaptation, health problems, personal performance and social, fundamentally cognitive and emotional. This technological product, fruit of a research process, is being parameterized for use in secondary education institutions in Ipiales, Pasto, Bogotá (Colombia), Ibarra (Ecuador), Colima (Mexico) and Chimbote (Peru).

Key words: Digital NARCE, cognitive self-regulation, school adaptation, emotional cognitive rainbow.

1. Introducción

La falta de un diagnóstico contextualizado de los problemas de adaptación escolar ha llevado al desconocimiento de las causas de los problemas de adaptación, fundamentalmente en lo cognitivo y en lo emocional, conllevando consecuencias en un posible bajo rendimiento escolar, rotulación, exclusión escolar, deserción y maltrato en los diferentes entornos donde interactúe el estudiante con dificultades o problemas, porque en su mayoría los problemas son manejados desde los modelos educativos basados en una pedagogía del éxito que no genera espacios para asumir el error como una alternativa de aprendizaje para la expresión emocional y creativa y las buenas relaciones humanas. El desconocimiento de las pedagogías alternativas ha generado en los estudiantes con dificultades escolares, discriminación, malestar en el contexto escolar, familiar y social.

Esta situación ha ahondado aún más la desadaptación escolar, por el desconocimiento de la forma adecuada de practicar los principios de jerarquía y pertenencia desde un contexto sistémico, convirtiendo la relación académica en un escenario de acción relacional conflictivo que lleva a obstaculizar el crecimiento personal consciente y nutritivo, emocionalmente hablando, como consecuencia de una ausencia de visión sistémica de los problemas de adaptación escolar. La ineficiencia en el manejo de los casos de inclusión, la falta de apoyo de la comunidad educativa, el abandono de tratamientos específicos y la poca orientación oportuna a los docentes para favorecer la adaptación y el manejo pedagógico, son factores que terminan afectando la calidad educativa institucional.

La falta de acompañamiento profesional, personalizado y comprometido en los procesos de adaptación genera vacíos educativos y acrecienta emocionalmente el alejamiento y el distanciamiento en el contexto familiar y escolar. Pardo, Sorzano y Peñalosa (2004) encuentran en su estudio que la deserción durante la primaria es más común entre los estudiantes de escuelas rurales y los que tienen madres con bajos niveles de escolaridad, deserción que va en aumento a medida que avanzan en el proceso de formación, por la desadaptación tanto en edad como en conocimientos. En consecuencia, la desadaptación escolar tiene múltiples factores, donde los bajos capitales culturales familiares y la pérdida de años, lleva a un ingreso tardío de algunos estudiantes al sistema educativo.

El presente estudio muestra resultados del proceso de implantación tecnológica denominada 'Software para el diagnóstico del nivel de autorregulación cognitiva emocional (NARCE Digital)' (Jiménez, Martínez, Hernández y Jiménez, J. 2017) que incorpora el instrumento 'Arcoíris Cognitivo Emocional', como una estrategia tecnológica que facilita el autodiagnóstico sistémico de estudiantes, padres de familias y docentes,

obteniendo resultados a bajo costo, de manera ágil y en menor tiempo. Los productos obtenidos de esta investigación son Narce Digital App, que es una aplicación para dispositivos móviles, instalable, portable y de fácil uso, sin conexión a internet, y Narce Digital Web, página web que implementa el instrumento 'Arcoíris Cognitivo Emocional', facilitando así la obtención de los datos por medio de internet.

La baja divulgación de herramientas computacionales que aporten en el diagnóstico relacionado con los procesos de autorregulación cognitiva emocional puede conducir a que los profesionales o pedagogos no hagan un acompañamiento oportuno en los procesos de adaptación, creando vacíos educativos y emocionales que incrementan de por sí el distanciamiento en el contexto familiar y escolar, lo cual repercute en un posible bajo rendimiento académico, exclusión, deserción y maltrato en los diferentes entornos donde interactúe el estudiante. Estas problemáticas, dentro del proceso de enseñanza aprendizaje, se caracterizan porque los estudiantes rinden por debajo de sus capacidades y habilidades, manifestándose como dificultades en el aprendizaje e inadaptación escolar.

Como aporte a la solución de esta problemática, específicamente para contextos de instituciones educativas y procesos de fortalecimiento de adaptación escolar, surge la iniciativa denominada 'Arcoíris Cognitivo Emocional', como un instrumento de diagnóstico cuantitativo y cualitativo de los problemas respecto a la capacidad de autorregulación emocional. Para Luque y Rodríguez (2006), la educación requiere de una organización distinta, en donde sean considerados todos los factores contextuales en la familia, sociedad y escuela, y concluyen que en la actualidad, la intervención educativa se ubica en torno a una conceptualización y orientación a la provisión de servicios. Considerando esta premisa, el involucramiento de herramientas tecnológicas como apoyo a la intervención psicopedagógica resulta imperativo, debido a que se está utilizando material concreto mucho más amigable para los estudiantes.

2. Metodología

Esta investigación enmarca sus procesos metodológicos en el paradigma mixto simultáneo (Pereira, 2011), puesto que representa el más alto grado de integración o combinación entre lo cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o al menos, en la mayoría de sus etapas, contemplando un aporte significativo a la presente investigación, puesto que contribuye con ventajas de cada uno de estos paradigmas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El estudio se fundamenta bajo el enfoque empírico analítico, debido a que pretende estudiar fenómenos, estableciendo leyes generales, partiendo de la relación existente entre la causa y el efecto en un determinado

contexto, teniendo en cuenta hechos observables, cuantificables y medibles (Radrikan, 2005, citada por Carrillo, s.f.; Martínez, 1996; Serrano, Ato y Amorós, 2005). Los tipos de investigación que guían este estudio son: a) descriptivo, puesto que se trabaja sobre realidades y acontecimientos en donde se requiere recolectar información tanto cuantitativa como cualitativa que necesita ser analizada e interpretada, permitiendo comprender la naturaleza del problema objeto de estudio de la investigación (Terán, 2007, citada por Hernández, Jiménez, Oviedo y Gonzáles, 2017); y b) aplicado (Grajales, 2000), dado que tiene la intencionalidad de buscar el conocer para hacer, actuar y construir la herramienta tecnológica de software NARCE Digital.

La población corresponde, en primera instancia, a expertos en autodiagnóstico del nivel de autorregulación cognitivo emocional, como aporte a los procesos de adaptación escolar mediante el uso del instrumento 'Arcoíris cognitivo emocional'; en segunda instancia, a usuarios estudiantes de las ciudades de Pasto, Bogotá, Ipiales (Colombia), Ibarra (Ecuador), Colima, San Luis Potosí (México) y Chimbote (Perú). La muestra fue catalogada de tipo no probabilístico intencional y por conveniencia, bajo criterios de inclusión de ser expertos en el uso del instrumento en mención, para lo cual el presente estudio contó con la colaboración de su autora, la doctora Sara Esperanza Lucero Revelo. Por otra parte, se trabaja en procesos de validación de atributos de calidad del software NARCE Digital con usuarios del Colegio Minuto de Dios en Bogotá (Colombia), la Institución Educativa Municipal Marcelo Miranda en Ipiales (Colombia), el Instituto del Sur, también en la ciudad de Ipiales, y las facultades de Educación y de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Universidad Mariana en Pasto (Colombia), entre otros.

3. Resultados

La estrategia computacional NARCE Digital, fruto de un proceso mediado por la metodología ágil XP, integra modularmente los siguientes artefactos: -Registro de información de usuario, Registro de palabras claves de la relajación a través de rayado, -Trabajo con el instrumento Arcoíris cognitivo emocional, -Construcción de cuento con las palabras obtenidas del proceso de relajación a través del rayado y aquéllas obtenidas con el instrumento Arcoíris cognitivo emocional, -Diligenciamiento electrónico de encuesta, y -Despliegue de información con reporte del usuario.

El ejercicio de aplicación del instrumento 'Arcoíris cognitivo emocional' implica la interiorización y transformación desde la toma de conciencia mediante la asociación cromática y de escritura, donde las transformaciones de las relaciones sociales en las que está relacionado el individuo, implican el uso de herramientas desde cada perspectiva cultural a través de las diferentes interacciones en el mundo circundante.

El autodiagnóstico NARCE se fundamenta en los planteamientos de Vygotsky, quien en primera instancia identifica los símbolos, tomando conciencia de la zona de desarrollo próximo (ZDP); en un segundo momento, el facilitar la interacción con el participante busca analizar puntos de vista diferentes con respecto a las situaciones vivenciadas a través de la relectura de los dibujos seleccionados, asociación cromática y escritos, desde donde visualiza y asume la apropiación de una perspectiva de cambio de un anclaje negativo a uno positivo o a un mayor aprovechamiento de los positivos. Por tanto ésta es una herramienta interactiva útil, de autodiagnóstico ágil, que ayuda al trabajo del psicólogo y facilita a quienes participan, asumir el rol de actores principales en su proceso personal.

A continuación se indica algunos *mockups* (simulaciones) de la implementación del producto software Narce Digital, que corresponden al ingreso de los datos personales del usuario, interfaz de usuario del instrumento 'Arcoíris cognitivo emocional', y generación de resultados del proceso.



The image shows a user registration form for NARCE Digital. The form is set against a light blue background with a stylized wave pattern. In the top left corner, there is a logo for 'NARCE DIGITAL' featuring a colorful flower-like shape. In the top right corner, there is a circular logo for 'UNIVERSIDAD MARIANA'. The form fields are as follows:

- Nombre: Juan David Pinchao Chicaniza
- Institución: Universidad Mariana
- Domicilio: Calle 21.1 manzana R casa 250, Caicedonia
- Teléfono: 3117444882
- País: Colombia
- Edad: 19
- Género: M F

An 'Iniciar' button is located at the bottom right of the form.

Figura 1. Ingreso de datos personales.

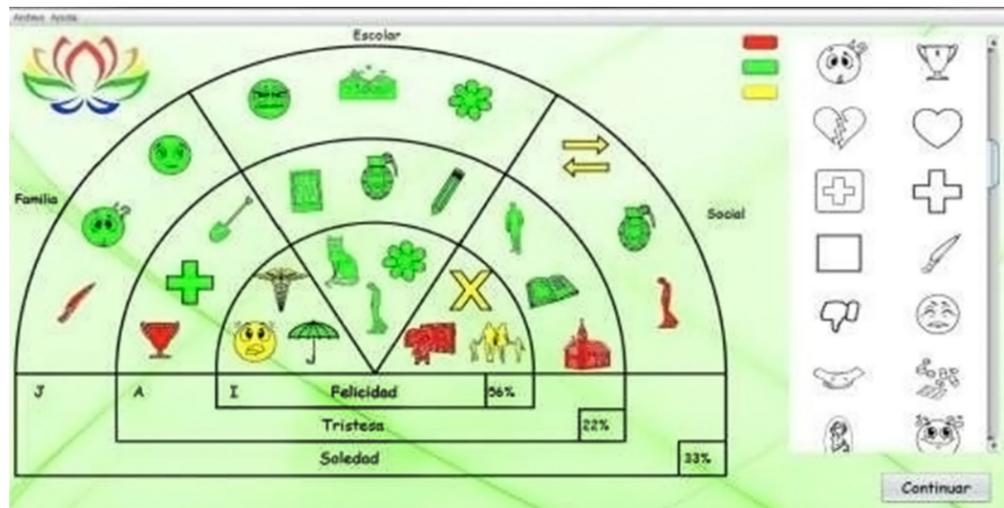


Figura 2. Diligenciamiento Arcoiris Cognitivo Emocional.



Figura 3. Reporte de resultados del proceso.

Para el desarrollo de software son necesarios muchos factores, entre los cuales está la metodología a seguir. Existen muchas propuestas metodológicas que inciden en diferentes etapas para su creación. Entre éstas se hallan las metodologías tradicionales, las cuales se centran en el control del proceso, los artefactos que se debe producir, las herramientas y notaciones a usar. Aunque estas propuestas han demostrado ser efectivas en el pasado, actualmente generan dificultades. Con esto nacen las metodologías ágiles, centralizadas en el producto software, que aceleran los procesos de creación, por cuanto existe una colaboración directa con

el cliente, que garantiza un producto de calidad en un menor lapso de tiempo, dado que las iteraciones son muy cortas.

Con esto en mente, se optó por la metodología ágil llamada 'Programación Extrema' (Xp), que consiste básicamente en acoplarse a una serie de reglas que se centralizan en las necesidades del cliente, con el fin de lograr un producto de buena calidad en un periodo corto de tiempo. La filosofía Xp consiste en satisfacer por completo las necesidades del cliente, razón por la cual, el cliente forma parte del equipo de desarrollo, para aprobar e informar de las modificaciones o preferencias, según sus necesidades cambiantes. Xp está diseñada para desarrollar aplicaciones que no necesiten grupos de programación grandes, donde la comunicación es más clara. Generalmente es utilizada por equipos de dos programadores y el cliente, ya que la mecánica es que mientras el primero programa, el segundo observa y viceversa.



Figura 4. Metodología de desarrollo: Ágil Xp.

4. Discusión

Se ha podido evidenciar que en el campo educativo se está considerando cada vez más a la tecnología como un eje transversal de apoyo en el aprendizaje. En este orden de ideas, Hernández (2008) realizó un estudio sobre el modelo constructivista con las nuevas tecnologías aplicado en el proceso de aprendizaje, que le permite afirmar que el contacto con la tecnología da como resultado la capacidad de crear, compartir y dominar el conocimiento, convirtiéndose en un factor principal para el desarrollo de la sociedad. Además, que los proyectos educativos en colaboración

con líneas y publicaciones web han demostrado ser una forma innovadora y emocionante para que los maestros ubiquen a los estudiantes con un rol importante dentro de su proceso académico, demostrando que las herramientas tecnológicas son de gran utilidad para crear un lazo mucho más cercano entre docentes y estudiantes, para así extraer información valiosa, como lo hace la herramienta digital NARCE.

La incorporación de la tecnología ofrece instrumentos mucho más accesibles para afrontar los retos actuales y el interés por promover de manera cada vez mayor la capacidad del estudiante, poniendo de manifiesto la dicotomía cognitivo emocional, y convirtiéndolo en un ser más autónomo y autorregulado.

Como lo mencionan Henao, Martínez y Tilano (2007) en estudios realizados acerca de la importancia de la evaluación psicopedagógica, la exploración del desarrollo intelectual y psicoafectivo debería estar centrada en la influencia de las capacidades generales del estudiante sobre su adaptación en el proceso de enseñanza aprendizaje, dejando de lado simplemente índices que no evidencian de manera explícita lo que busca una evaluación en el campo psicopedagógico. La integración de la tecnología para el descubrimiento real de las formas de autorregulación de cada estudiante colabora en la adquisición de información mucho más válida y coherente de lo que realmente se quiere investigar en el campo de la psicología involucrada a la educación.

La autorregulación en la educación es abordada desde el desempeño personal y social en los procesos de adaptación escolar. Fuentes (2009) buscó comprobar cómo incide la autorregulación en la adolescencia media, en la percepción de los problemas de desadaptación escolar. La autora consideró 888 adolescentes entre 12 y 17 años, a quienes guió en dos cuestionarios: uno de autorregulación personal y otro sobre convivencia escolar. Los resultados del análisis inferencial dieron como resultado, que el grado de autorregulación personal es independiente de la percepción de los problemas de desadaptación y convivencia. El NARCE, por su parte, facilita que los participantes generen un proceso de toma de conciencia de sus realidades personales, teniendo además como punto importante a considerar, cómo abordan su propia realidad en el sistema familiar, escolar y social.

5. Conclusiones

La herramienta computacional NARCE Digital es un software que ayuda en la identificación de problemas de autorregulación cognitivo emocionales a través del instrumento 'Arcoíris cognitivo emocional' que se encuentra implementado y listo para funcionar; sin embargo, puede que se requiera llevar a cabo algunos ajustes. Es aplicable a nivel individual o grupal,

puesto que han sido desarrollados un aplicativo portable y uno web, con el fin de tener a la mano la herramienta NARCE Digital portable, en caso de existir lugares donde no haya acceso a internet; de lo contrario, se usará la herramienta NARCE Digital WEB. De esta manera se puede contribuir en el manejo de enfermedades y problemas escolares.

La herramienta puede ser aplicada por profesionales de la psicología mediante una serie de pasos: sensibilización mediante el rayado cromático libre, simbolización, aplicación del color e identificación de palabras generadoras y expresión emocional a través de la escritura.

Referencias

- Carrillo, U. (s.f.). El método científico. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/251404178/El-Metodo-Cientifico>
- Fuentes, B. (2009). *Análisis de estrategias que apoyan el aprendizaje autorregulado y significativo de las matemáticas en el quinto grado de educación primaria* (Tesis de Maestría). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Recuperado de <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/569600>
- Grajales, T. (2000). Tipos de investigación. Recuperado de <http://tgrajales.net/investigpos.pdf>
- Henao, G., Martínez, M. y Tilano, M. (2007). La evaluación psicopedagógica: revisión de sus componentes. *El Ágora USB*, 7(1), 77-84.
- Hernández, G., Jiménez, R., Oviedo, A. y Gonzáles, I. (2017). Contribución al proceso de desarrollo de software en relación con su planeación y seguimiento, para proyectos de la asignatura de Ingeniería de Software II de la Universidad Mariana. *Boletín Informativo CEI*, 4(1), 117-118.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUCS. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5(2), 26-35.
- Jiménez, R., Martínez, Á., Hernández, G. y Jiménez, J. (2017). Perfil del ingeniero de sistemas formado por universidades y el perfil exigido en empresas de base tecnológica en Colombia: una comparación. *Trilogía, Ciencia, Tecnología, Sociedad*, 9(17), 201-217. <https://doi.org/10.22430/21457778.637>
- Luque, D. y Rodríguez, G. (2006). *Dificultades en el aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos. III. Criterios de Intervención*

Pedagógica. Andalucía: Junta de Andalucía, Consejería de Educación, Dirección General de Participación y Solidaridad Educativa.

Martínez, C. (1996). *Evaluación de programas educativos. Investigación evaluativa. Modelo de evaluación de programas*. Madrid, España: UNED.

Pardo, R., Sorzano, O. y Peñalosa, M. (2004). *Determinantes de la asistencia y de la deserción escolar en primaria y secundaria – Evaluación de la eficiencia*. Bogotá: Cuadernos PNUD – MPS.

Pereira, Z. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. *Revista Electrónica Educare*, 15(1), 15-29.

Serrano, F., Ato, M. y Amorós, L. (2005). Metodología de una investigación evaluativa: Proyecto EDUSI. Recuperado de <https://studylib.es/doc/4640402/metodolog%C3%ADa-de-una-investigaci%C3%B3n-evaluativa>

Capítulo 2

Desarrollo de una aplicación web para la simulación de fenómenos cinemáticos

José Javier Coronel Casadiego¹
José Daniel Pérez Torres²

¹ Especialista en Pedagogía para el desarrollo del Aprendizaje Autónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia; Ingeniero de Sistemas, Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica. Docente de Matemática, Centro Educativo Luis Alberto Badillo. Docente Catedrático, Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica. Integrante del Grupo de investigación GIDEATIC. Director del Semillero de investigación GANEI. Correo electrónico: josejcoronel@hotmail.com - josecoronel@unicesar.edu.co

² Estudiante en proyecto de grado del programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica. Integrante del Semillero de investigación GANEI. Aguachica - Cesar, Colombia. Correo electrónico: josedanielpereztorres@hotmail.com

Resumen

Con base en la metodología ágil *Extreme Programming* (XP) y teniendo en cuenta las distintas etapas de todo proceso de simulación sugeridas por investigadores como Jerry Banks, se desarrolló la aplicación web (CinemaTIC) que permite simular los movimientos Rectilíneo Uniforme, Rectilíneo Uniformemente Acelerado y Vertical.

En el desarrollo del recurso didáctico se utilizó herramientas de diseño y programación como HTML5, CSS3, JavaScript, implementando la *Framework JQuery* en un servidor bajo entorno Linux con Apache, utilizando el IDE *Visual Studio Code*.

CinemaTIC es una aplicación con una interfaz principal que contiene las secciones de trabajo: Movimiento Rectilíneo Uniforme, Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado, Movimiento Vertical y Acerca de, convirtiéndose en un recurso didáctico innovador que, además de apoyar y complementar el trabajo realizado en clase, logra reducir el desánimo y escaso gusto de los estudiantes por el estudio y comprensión de la Física, y propicia un ambiente favorable para un aprendizaje autónomo y significativo.

Palabras claves: Aplicación web, Cinemática, recurso didáctico, simulación.

Development of a web application for the simulation of kinematic phenomena

Abstract

Based on the agile methodology *Extreme Programming* (XP) and taking into account the different stages of any simulation process suggested by researchers like Jerry Banks, the web application (CinemaTIC) was developed to simulate Uniform Rectilinear, Uniformly Accelerated and Vertical Rectilinear Movements.

In the development of the didactic resource we used design and programming tools such as HTML5, CSS3, JavaScript, implementing the JQuery framework on a server under the Linux environment with Apache, using the IDE *Visual Studio Code*.

CinemaTIC is an application with a main interface that contains the working sections: Uniform Rectilinear Motion, Uniformly Varied Rectilinear Motion, Vertical Motion and About, becoming an innovative didactic resource that, in addition to supporting and complementing the work done in class, achieves to reduce the discouragement and lack of taste of the students for the study and understanding of the Physics, and provides a favorable environment for an autonomous and significant learning.

Key words: Web application, Kinematics, didactic resource, simulation.

1. Introducción

La solución y planteamiento de problemas es una habilidad que deben adquirir todos los estudiantes de Física, la cual se refleja a la hora de presentar las evaluaciones y desarrollar las actividades y prácticas de laboratorio. Debido a los tradicionales métodos de enseñanza y aprendizaje, este saber y habilidad se ha convertido en algo inalcanzable e incomprensible para muchos, reduciendo su estudio a meros procesos de mecanización y memorización, lo que conlleva factores como: desmotivación hacia el aprendizaje, altas tasas de mortalidad académica, apatía, repitencia, deserción (Universidad de Los Andes, 2007).

En un sondeo realizado a los docentes de Física 1 (Cinemática) de la Universidad Popular del Cesar, Seccional Aguachica, se encontró, como afirma Torres (2013) que los estudiantes, a la hora de poner en práctica sus conocimientos frente a situaciones problemáticas, muestran dificultades, generalmente en:

- Interpretar y describir en forma oral los movimientos que se les presenta representados en forma gráfica.
- A partir de una gráfica, obtener valores de posición, velocidad o aceleración para un tiempo, o un intervalo de tiempo, dado.
- Escribir una ecuación a partir de la representación gráfica de un movimiento (se deriva de lo anterior).
- Obtener las condiciones iniciales de un movimiento a partir de la ecuación de posición y describir verbalmente la trayectoria que seguirá el móvil.
- Diferenciar entre un gráfico de posición en función del tiempo de un cuerpo lanzado verticalmente y el gráfico de un movimiento parabólico.
- Resolver problemas de movimiento parabólico que exijan despejar una variable de una ecuación. (p. 8).

Por lo anterior, es fundamental interrogarse sobre: ¿cómo o qué estrategias adoptar en la escuela y la universidad, para incentivar y motivar a los estudiantes hacia el estudio y aprendizaje de la Física? ¿Cómo propiciar un aprendizaje autónomo, significativo y dinámico de esta ciencia, permitiendo superar las dificultades planteadas?

Buscando responder al problema y a los interrogantes de investigación, y teniendo en cuenta el creciente auge de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) aplicadas al diseño e implementación de recursos

didácticos que facilitan y complementan los procesos de enseñanza-aprendizaje, así como las distintas etapas de todo proceso de simulación sugeridos por Banks (2008), el Semillero GANEI de la Universidad Popular del Cesar Seccional Aguachica, desarrolló una aplicación web (CinemaTIC) para la simulación y resolución de problemas estudiados en Cinemática: Movimiento Rectilíneo Uniforme, Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado y el Movimiento Vertical, haciendo uso de herramientas de diseño y programación como HTML5, CSS3, JavaScript e implementando la *Framework JQuery* en un servidor bajo entorno Linux con Apache, utilizando el IDE *Visual Studio Code*.

2. Fundamentos teóricos

Las nuevas tecnologías de información y comunicación en la educación

Actualmente, el enfoque de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC) aplicadas al campo de la educación, se ha convertido en un paradigma didáctico de los distintos procesos de enseñanza y aprendizaje puestos en práctica por docentes y estudiantes. Investigadores como Alzugaray, Carreri y Marino (2010), afirman que las NTIC,

Definidas como sistemas y recursos para la elaboración, almacenamiento y difusión digitalizada de información, basadas en la utilización de tecnología informática, están provocando profundos cambios y transformaciones de diferente naturaleza. Las mismas ofrecen importantes ventajas para la educación científica; en particular, los trabajos prácticos utilizando simulaciones, permiten establecer una relación entre los objetos, eventos y fenómenos del mundo real y las teorías y modelos que se generan para su interpretación. Estos mundos remiten a esquematizaciones próximas pero diferentes: el mundo de las teorías y modelos con el mundo de los objetos y eventos; el espacio de los modelos y el campo empírico de referencia (Martinand, 1992); el mundo real y el mundo de los signos (Beaufils, 2000).

Por un lado, constituyen un espacio intermediario, que puede facilitar la puesta en relación de la realidad con las teorías o modelos (Barberá y Sanjosé, 1990; Alzugaray et al, 2010), es decir, entre lo concreto y lo abstracto (Valente y Neto, 1992). Por otra parte, representa un instrumento que permite actividades de manipulación de modelos que facilitarán la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales (Andaloro et al., 1991).

[...].

Existen múltiples enfoques de corte constructivista que pueden diferir en las posiciones sobre el origen y construcción del conocimiento, las teorías psicológicas y la epistemología de las ciencias, entre otros (Campanario y Moya, 1999; Marín, 2003; Campello Queiroz y Barbosa-Lima, 2007, citado por Alzugaray et al; 2010). Sin embargo, todos estos enfoques coinciden en que la educación debe estar dirigida a ayudar a los estudiantes a aprender a aprender, de forma que se promueva la capacidad de gestionar sus propios aprendizajes, adoptar una autonomía creciente en su carrera académica y disponer de herramientas intelectuales y sociales que les permitan un aprendizaje continuo a lo largo de su vida. En el caso de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se asume que lo esencial no es proporcionar a los alumnos conocimientos absolutos, sino propiciar situaciones de aprendizaje en las que ellos sean capaces de contrastar y analizar diversos modelos, además de promover y cambiar ciertas actitudes (Pozo y Gómez, 1998; Pozo y Monereo, 1999).

[...].

Los *applets* no deben relegar a las actividades de laboratorio, un recurso didáctico insustituible en la enseñanza de las ciencias (Pro, 2006). Sin embargo, muchos autores advierten que las prácticas de laboratorio no están tan presentes en la enseñanza como debieran (Nieda, 2006). Las miniaplicaciones informáticas son un recurso más a disposición de los docentes que hacen posible la reflexión sobre experiencias hechas dentro y fuera del aula, y que permiten simular pruebas experimentales que no podrían realizarse de otro modo, por la peligrosidad que entrañan, su costo, la no disponibilidad del equipamiento adecuado, etc. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, la diversidad en el uso de recursos didácticos permite aproximarse por diferentes caminos a un concepto físico determinado, lo cual resulta muy motivador tanto para el alumnado como para la labor del docente (Torres, Soler-Selva y Gras-Martí, 2006). (pp. 2-3).

Las simulaciones en la enseñanza de la Física

Por su naturaleza y relevancia práctica, para el estudio de la Física se debe diseñar e implementar materiales didácticos, como los software de simulación, los cuales, según Alzugaray et al. (2010), deben ir acompañados "de un proceso reflexivo de los profesores que fundamente la elección, teniendo en cuenta un planteamiento metodológico sistemático y diseñado en función de los objetivos de la enseñanza" (p. 3). Los mismos autores afirman que tanto la teoría constructivista del aprendizaje como el modelo de enseñanza-aprendizaje por descubrimiento guiado, atribuyen al alumno un papel activo en la adquisición de conocimientos.

Los trabajos prácticos como la resolución de problemas con ayuda de simuladores, facilitan el aprendizaje de contenidos, siendo un recurso didáctico, según Sierra y Perales (2000, citados por Alzugaray et al., 2010), que posibilita al estudiante:

[Reproducir] fenómenos naturales difícilmente observables de manera directa en la realidad, por motivos de peligrosidad (proceso de fisión en un reactor nuclear), de escala de tiempo (proceso de desintegración de un radioisótopo, evolución de una población de seres vivos dentro de un ecosistema), de escala espacial (movimientos planetarios, movimiento de las partículas de un gas) o de carestía del montaje (difracción con láser). [Poner] a prueba sus ideas previas acerca del fenómeno que se simula mediante la emisión de hipótesis propias, lo cual redundará en una mayor autonomía del proceso de aprendizaje. [Comprender] mejor el modelo físico-químico utilizado para explicar el fenómeno, al observar y comprobar, de forma interactiva, la realidad que representa. [...]. [Entender] mejor las traslaciones entre las diversas representaciones del fenómeno estudiado (representaciones verbales, ecuaciones, gráficos, diagramas, tablas de valores, vectores, etc.). [Auxiliar] en la comprensión de las ecuaciones como relaciones físicas entre medidas. [Guía] al alumno en el proceso de construcción de modelos mentales que simulan sistemas físicos y crea un espacio de discusión entre alumnos y docentes. (p. 1).

Kofman (s.f.) sostiene que:

En ese sentido, se debe hoy hablar de desarrollo de "ambientes de aprendizaje apoyados por el computador", en los cuales se tenga en cuenta que el aprendizaje debe ser concebido como acumulativo, autorregulado por el alumno, dirigido a alcanzar metas en aprendizajes significativos, colaborativo, y asumiendo que debe tener procesos y logros individualmente diferentes (Erik De Corte, 1996).

La motivación intrínseca, definida como "la voluntad a involucrarse en la actividad por sí misma" (Larkin y Chabay, 1996) y no por influencia de factores externos, cumple en este contexto una importante función. Las tres condiciones que la determinan, según Larkin y Chabay: Desafío, Curiosidad y Control, pueden lograrse mediante el planteamiento de las situaciones problemáticas que se debe resolver, la inclusión de situaciones paradójicas y la modalidad exploratoria adoptada. La funcionalidad, el manejo intuitivo de las pantallas interactivas y las prestaciones gráficas del software deben colaborar en ese mismo sentido, [sin olvidar] que el éxito de cualquier metodología innovadora depende en definitiva del docente (p. 1).

3. Propósitos y objetivos

El aplicativo web CinemaTIC desarrollado en esta investigación permite la simulación del Movimiento Rectilíneo Uniforme, el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado y el Movimiento Vertical e incorpora contenidos correspondientes a los fundamentos teóricos, así como problemas

propuestos que permiten idealizar, integrar y aplicar las leyes, conceptos y modelos físico-matemáticos de la Cinemática, desde una perspectiva tanto procedimental como actitudinal, a la vez que sirven como estrategia evaluativa del desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante, mediante estrategias instruccionales que facilitan “la comprensión de dichos conocimientos, a través de un proceso de reelaboración de las estructuras cognitivas vigentes” (Ausubel et al., 1990, citados por Casadei, Cuicas, Debel y Álvarez, 2008, p. 3).

Para alcanzar estos propósitos se realizó un estudio de las características físicas de los fenómenos cinemáticos a simular, se diseñó un modelo algorítmico que permitiera implementar computacionalmente los distintos modelos físico-matemáticos de los movimientos y se implementó una solución de software orientado a la web, que propicie un aprendizaje autónomo, significativo y dinámico desde la simulación de los fenómenos cinemáticos estudiados.

4. Diseño metodológico

La investigación fue diseñada cumpliendo la modalidad de Proyectos Especiales, porque consistió en el desarrollo de una aplicación web como recurso y complemento didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la Cinemática, respondiendo así a una necesidad de tipo socio-cultural. Por los objetivos abordados, la investigación fue aplicada, ya que dio como resultado un software educativo desarrollado con la metodología Extreme Programming XP en la que se aplicó herramientas de diseño y programación como HTML5, CSS3, JavaScript, implementando la *Framework JQuery* en un servidor bajo entorno Linux con Apache, utilizando el *IDE Visual Studio Code*. Para las actividades y los procesos de simulación se trabajó con las etapas propuestas por Banks et al., (1996, citados por Tarifa, s.f.), así:

Formulación del problema. El punto de partida fueron los interrogantes de investigación: ¿cómo o qué estrategias adoptar en la escuela y la universidad para incentivar y motivar a los estudiantes hacia el estudio y aprendizaje de la Física? ¿Cómo propiciar un aprendizaje autónomo, significativo y dinámico de esta ciencia, permitiendo superar las dificultades planteadas? En esta fase se acordó desarrollar un software educativo orientado a la web, que permitiera simular los Movimientos Rectilíneo Uniforme, Rectilíneo Uniformemente Variado y Movimiento Vertical, como una herramienta y estrategia didáctica innovadora que, además de apoyar y complementar el trabajo realizado en clase, logre reducir el desánimo y escaso gusto de los estudiantes por el estudio y comprensión de la Física, propiciando un ambiente favorable y un aprendizaje autónomo y significativo.

Definición del sistema. En esta fase se estableció que los usuarios finales (docentes y estudiantes) podrán tener acceso al software desde cualquier

ordenador o aplicación móvil conectado a la web, permitiéndoles desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje en Física a través de la simulación de los Movimientos Rectilíneo Uniforme, Rectilíneo Uniformemente Acelerado y Movimiento Vertical. Se definió que CinemaTIC fuese un software educativo que constara de una interfaz principal, desde donde se accediera a secciones de trabajo como: Movimiento Rectilíneo, Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado, Movimiento Vertical y Acerca de, cada una con interfaces independientes y funciones específicas, propias de cada temática curricular y académica.

Formulación del modelo y colección de datos. Para la formulación del modelo físico-matemático de CinemaTIC se tuvo en cuenta la información de cada una de las fórmulas físicas para cada variable despejada, que intervienen en cada uno de los movimientos a simular:

Tabla 1. Modelo físico-matemático CinemaTIC

Fórmulas Modelización Físico-Matemática CinemaTIC Simulator						
Movimiento / Fórmulas	Aceleración	Tiempo	Velocidad final	Velocidad inicial	Posición final/ Distancia	Posición inicial
Rectilíneo Uniforme				-----	$x_f = x_i + vt$ $x = vt$	-----
Rectilíneo Uniformemente Acelerado	$a = \frac{v_f - v_i}{t}$ $a = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2(x_f - x_i)}$ $a = \frac{2(x_f - x_i - v_i t)}{t^2}$	$t = \frac{v_f - v_i}{a}$ $t = \frac{2(x_f - x_i)}{v_i + v_f}$ $t = \frac{-v_i \pm \sqrt{v_i^2 - 2a(x_i - x_f)}}{a}$	$v_f = v_i + at$ $v_f = \sqrt{v_i^2 + 2a(x_f - x_i)}$ $v_f = \frac{2(x_f - x_i)}{t} - v_i$	$v_i = v_f - at$ $v_i = \sqrt{v_f^2 - 2a(x_f - x_i)}$ $v_i = \frac{2(x_f - x_i) - at^2}{2t}$ $v_i = \frac{2(x_f - x_i)}{t} - v_f$	$x_f = x_i + v_i t + \frac{at^2}{2}$ $x_f = x_i + \left(\frac{v_i + v_f}{2}\right)t$ $x_f = x_i + \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}\right)$	$x_i = x_f - v_i t - \frac{at^2}{2}$ $x_i = x_f - \left(\frac{v_i + v_f}{2}\right)t$ $x_i = x_f - \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}\right)$

Vertical	$a = 9,8 \text{ m/s}^2$	$t = \frac{v_f - v_i}{g}$	$v_f = v_i + gt$	$v_i = v_f - gt$	$y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2}$	$y_i = y_f - v_i t - \frac{gt^2}{2}$
	$a = 981 \text{ cm/s}^2$	$t = \frac{2(y_f - y_i)}{v_i + v_f}$	$v_f = \sqrt{v_i^2 + 2g(y_f - y_i)}$	$v_i = \sqrt{v_f^2 - 2g(y_f - y_i)}$	$y_f = y_i + \left(\frac{v_i + v_f}{2}\right) t$	$y_i = y_f - \left(\frac{v_i + v_f}{2}\right) t$
	$a = 32 \text{ pies/s}^2$	$t = \frac{-v_i \pm \sqrt{v_i^2 - 2g(y_i - y_f)}}{g}$	$v_f = \frac{2(y_f - y_i)}{t} - v_i$	$v_i = \frac{2(y_f - y_i) - gt^2}{2t}$	$y_f = y_i + \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2g}\right)$	$y_i = y_f - \left(\frac{v_f^2 - v_i^2}{2g}\right)$

En estas fases se abordó los objetivos planteados: Estudiar y caracterizar la naturaleza física y matemática de los fenómenos cinemáticos a simular; Diseñar el modelo algorítmico de las fórmulas e implementar una solución orientada a la web.

Implementación del modelo en la computadora. Basado en las diferentes fórmulas físicas mostradas en la Tabla 1 y las características fundamentales y conceptuales de cada movimiento, se programó recursivamente tres funciones para las interfaces: Partículas, Soluciones y Gráficas, mediante el lenguaje JavaScript, todas ellas integradas a un conversor de unidades de medida para cada magnitud. Para la implementación del modelo en la computadora y la entrega de resultados se trabajó en diferentes actividades, siguiendo las necesidades planteadas y la metodología de desarrollo de software XP, como:

- ✓ Desarrollo y programación de un conversor de unidades de medida con base en los sistemas: internacional y anglosajón.
- ✓ Desarrollo y programación de las secciones Partículas, Soluciones y Gráficas para el Movimiento Rectilíneo Uniforme.
- ✓ Desarrollo y programación de las secciones Partículas, Soluciones y Gráficas para el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.
- ✓ Desarrollo y programación de las secciones Partículas, Soluciones y Gráficas para el Movimiento Vertical.

Terminado el desarrollo y la programación de cada una de las secciones anteriores se procedió a implementarlas en la computadora, integrando el

conversor de unidades, diseñando y programando las diferentes interfaces, forma y presentación de las secciones Partículas, Soluciones y Gráficas.

Diseño y programación de la interfaz y menú principal: Se accede mediante el enlace cinematicsimulator.com. Es una interfaz que le da la bienvenida al usuario y le invita a seguir al menú principal en el menú inicio que se encuentra en la esquina superior izquierda de todas las interfaces y permite la navegación dentro de la WebApp, brindando acceso a cada una de las interfaces correspondientes a los movimientos contemplados por la aplicación; además, el usuario encuentra enlaces que proporcionan información y ayuda para un mejor aprovechamiento.

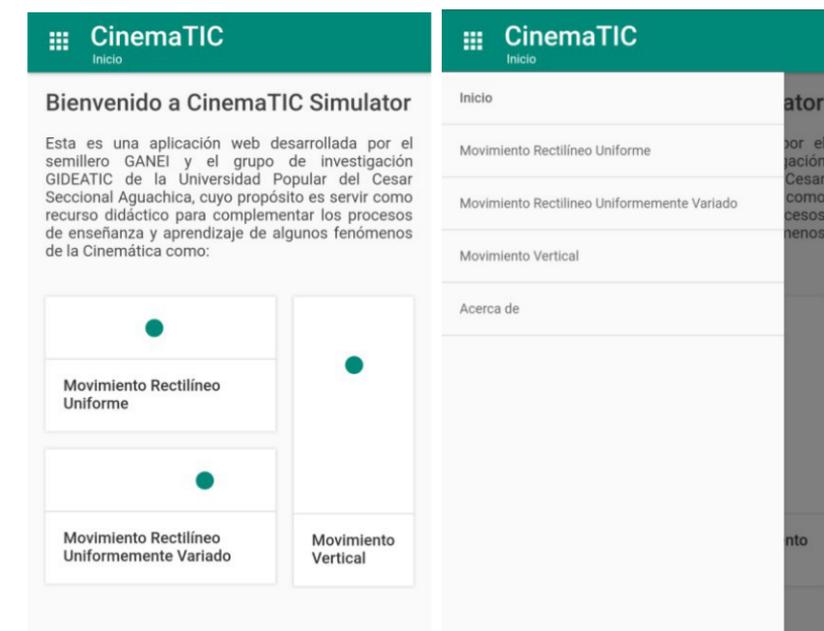


Figura 1. Interfaz principal. Figura 2. Menú principal.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Diseño y programación de las interfaces partículas. Están compuestas de tres secciones: Partículas, Soluciones y Gráficas, las cuales se encuentran en la barra de navegación (Parte inferior). Permiten agregar y visualizar las partículas que conforman la simulación y resolución de problemas sobre: el Movimiento Rectilíneo Uniforme, el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado y el Movimiento Vertical.

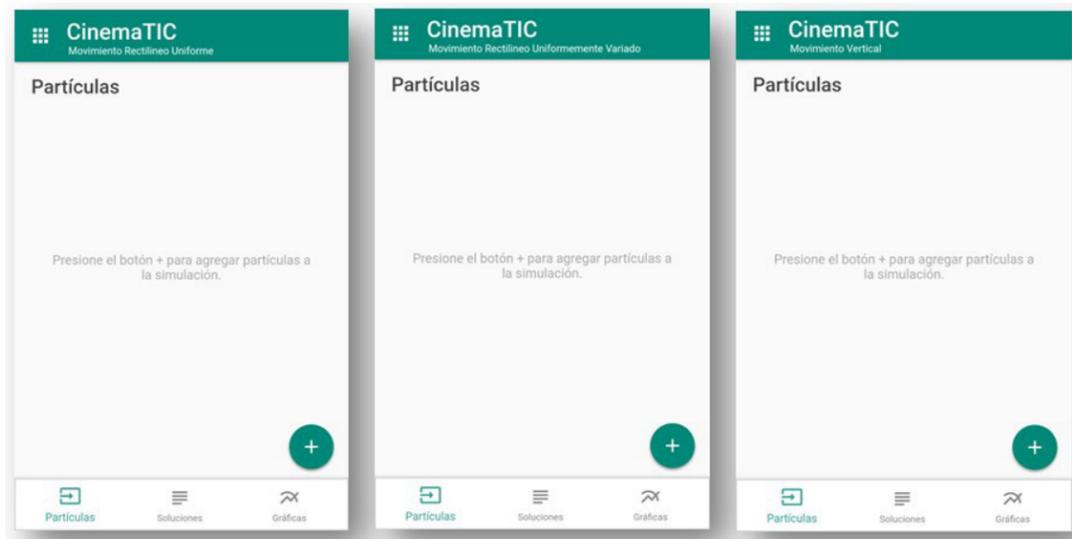


Figura 3. Interfaces de movimiento.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Cada una contiene tres secciones independientes: Agregar partículas, Solución paso a paso y Graficador de movimientos. En la sección 'Agregar partícula' se puede escoger nombre, color e intervalos del móvil o partícula

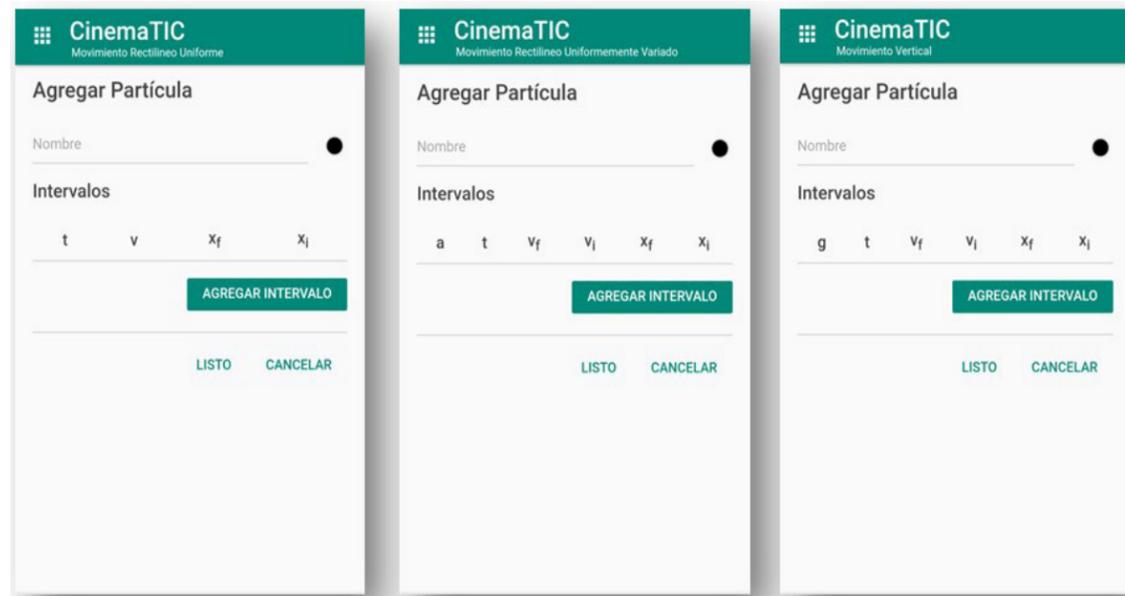


Figura 4. Interfaz, Sección Agregar partículas.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Como un mismo problema en Física y, en particular, en Cinemática, contiene el movimiento de uno o más móviles y cada uno de estos móviles puede

contener uno o más intervalos, esta interfaz fue diseñada y programada para que el usuario pudiera agregar cuantos móviles proponga el problema y cuantos intervalos tenga cada movimiento.

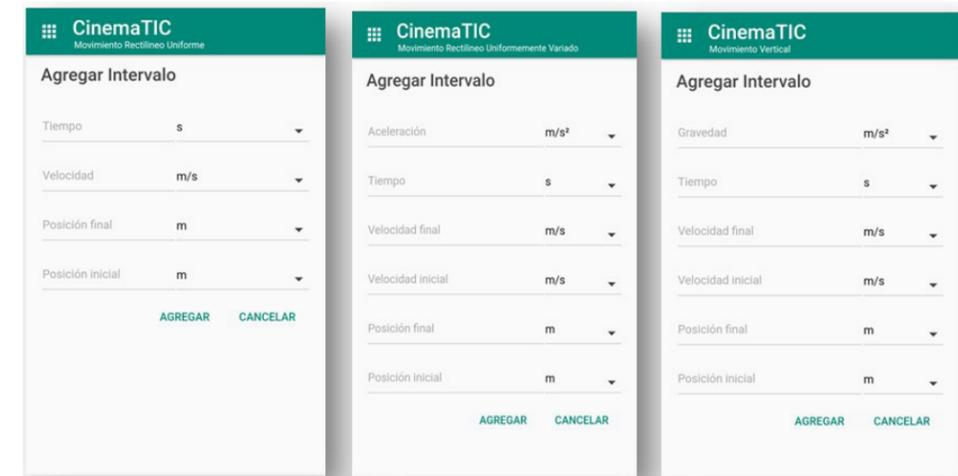


Figura 5. Interfaz Sección Agregar intervalos.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Finalizado el proceso de registro de intervalos, se presiona el botón 'Listo', para registrar la partícula dentro de la simulación, regresando a la sección de partícula y mostrando una lista de las partículas en la simulación, las cuales pueden ser removidas al presionar su correspondiente botón 'Eliminar'.

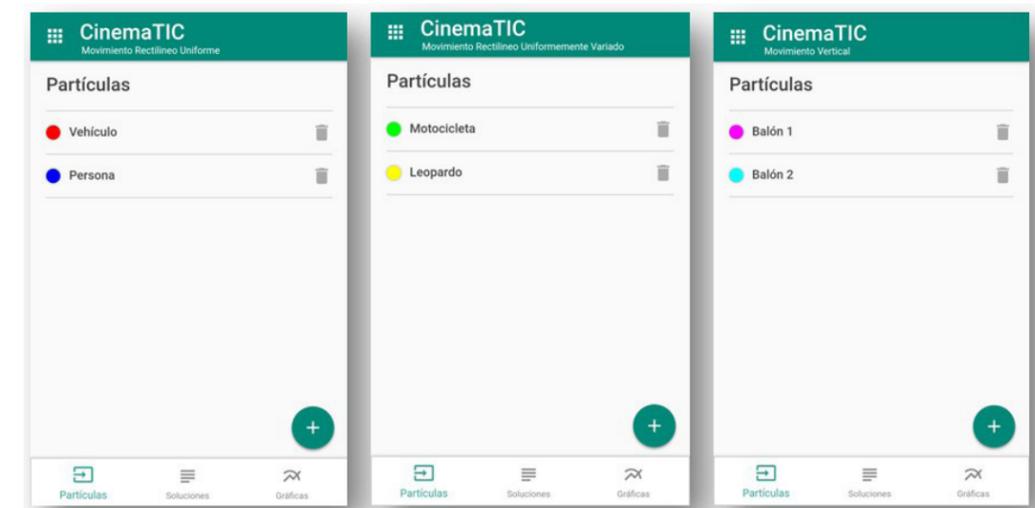


Figura 6. Interfaz con partículas registradas.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Diseño y programación de la interfaz Soluciones. Es la interfaz de mayor contenido didáctico porque permite visualizar paso a paso las distintas soluciones para cada problema, teniendo en cuenta el movimiento al que

pertenezca. Incluye un conversor de unidades de medida para cada magnitud física en los sistemas internacional y anglosajón, así como una opción para escoger la precisión de cifras decimales en que se desea ver los resultados.

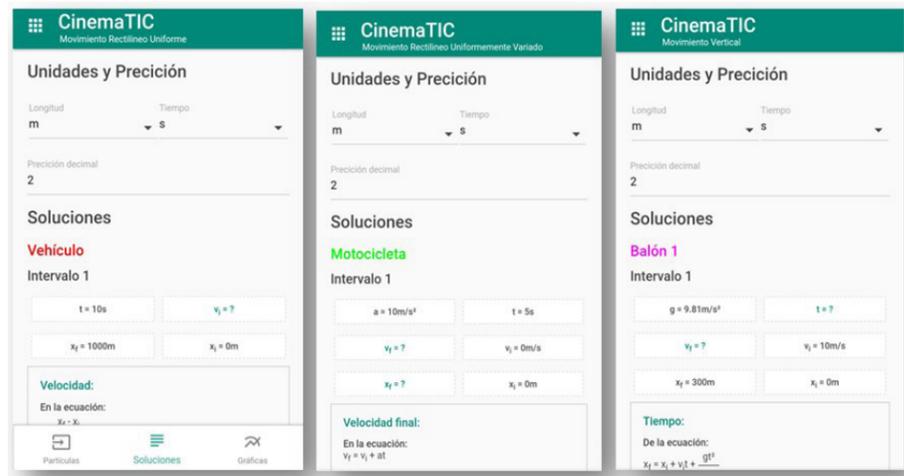


Figura 7. Interfaz de soluciones Paso a paso.
Fuente: Aplicación CinemaTIC

Para el diseño y la programación de la interfaz 'Paso a paso' del Movimiento Rectilíneo Uniforme se partió de la fórmula básica o modelo físico de dicho movimiento y se programó siguiendo la Figura 8.

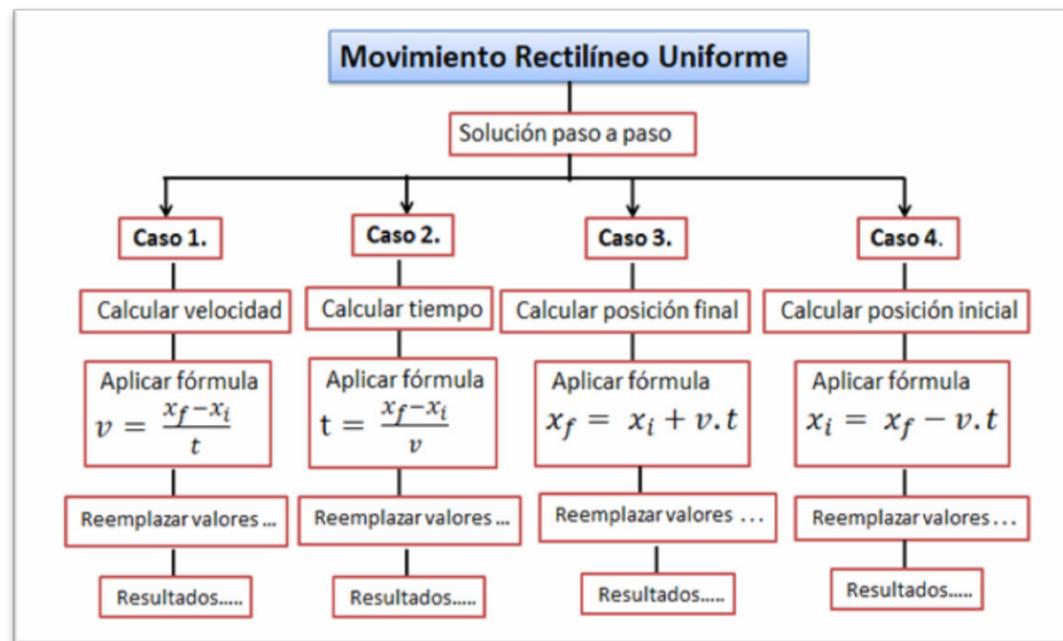


Figura 8. Esquema solución Paso a paso, Movimiento Rectilíneo Uniforme.
Fuente: Creación propia.

Para el diseño y la programación de la interfaz 'Paso a paso' del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado se partió de las fórmulas básicas o modelos físicos de dicho movimiento:

$$v_f = v_i + at ; x_f = x_i + v_i t + \frac{at^2}{2} ; 2a(x_f - x_i) = v_f^2 - v_i^2 ; x_f = x_i + \frac{v_i + v_f}{2} t$$

Figura 9. Fórmulas básicas Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado.
Fuente: Creación propia.

Fue diseñado y programado teniendo en cuenta los diferentes casos permutados a través de las fórmulas básicas del Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado y que se evidencia en la Tabla 2, siendo: Aceleración, Tiempo, Velocidad final, Velocidad inicial, Posición final y Posición inicial.

Tabla 2. Casos permutaciones Solución Paso a paso Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

Casos a calcular	Fórmula para variable a calcular primero	Fórmulas para calcular la otra variable en función de la anterior

Fuente: Creación propia

Para el diseño y la programación de la interfaz Paso a paso del Movimiento Vertical se partió de las fórmulas básicas o modelos físicos de dicho movimiento:

$$v_f = v_i + gt ; y_f = y_i + v_i t + \frac{gt^2}{2} ; 2g(y_f - y_i) = v_f^2 - v_i^2 ; y = y_i + \frac{v_i + v_f}{2} t$$

Figura 10. Fórmulas básicas Movimiento Vertical.
Fuente: Creación propia

Fue diseñado y programado considerando los diferentes casos permutados a través de las fórmulas básicas del Movimiento Vertical, que se puede evidenciar en Tabla 3: Tiempo, Velocidad final, Velocidad inicial, Altura final y Altura inicial.

Tabla 3. Casos permutaciones solución Paso a paso Movimiento Vertical

Casos a calcular	Fórmula para variable a calcular primero	Fórmulas para calcular la otra variable en función de la anterior

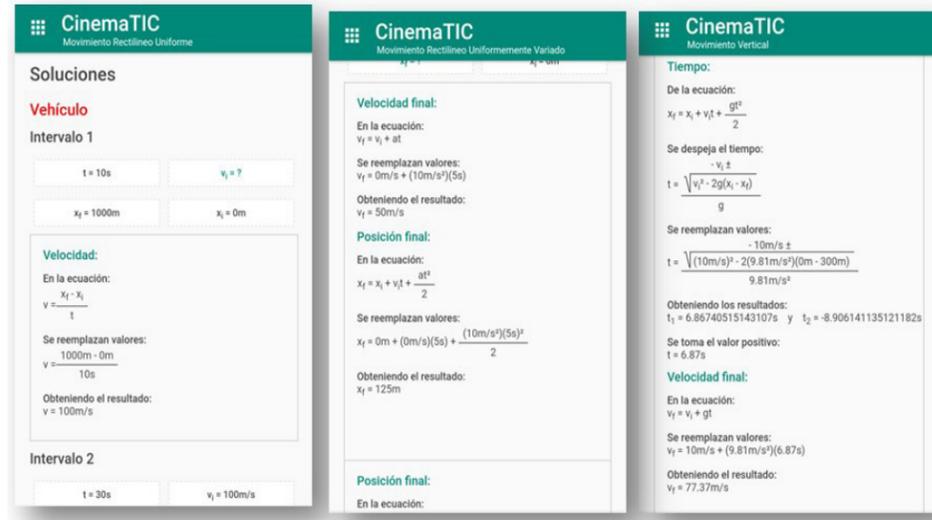


Figura 11. Ejemplos de soluciones Paso a paso. Fuente: Aplicación CinemATIC

Diseño y programación de la interfaz para visualizar las gráficas de los movimientos. Esta interfaz se diseñó y programó para poder visualizar, en un sistema de coordenadas rectangulares, las gráficas de posición – tiempo, velocidad – tiempo, y aceleración – tiempo. En ellas se puede apreciar las distintas magnitudes de posición, velocidad y aceleración para uno o varios móviles y para uno o varios intervalos de cada móvil. Las medidas y escalas de cada magnitud graficada son adaptadas a cualquier sistema de medida programado en el Conversor de unidades. En su diseño y programación se utilizó el método *repaint* del objeto *canvas*, el cual permite cambiar dinámicamente los gráficos, haciendo que se repinte su contenido.

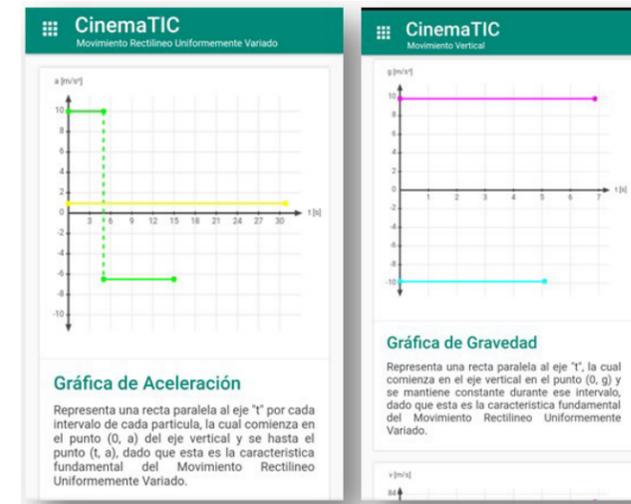


Figura 12. Gráficas Aceleración - Tiempo. Fuente: Aplicación CinemATIC

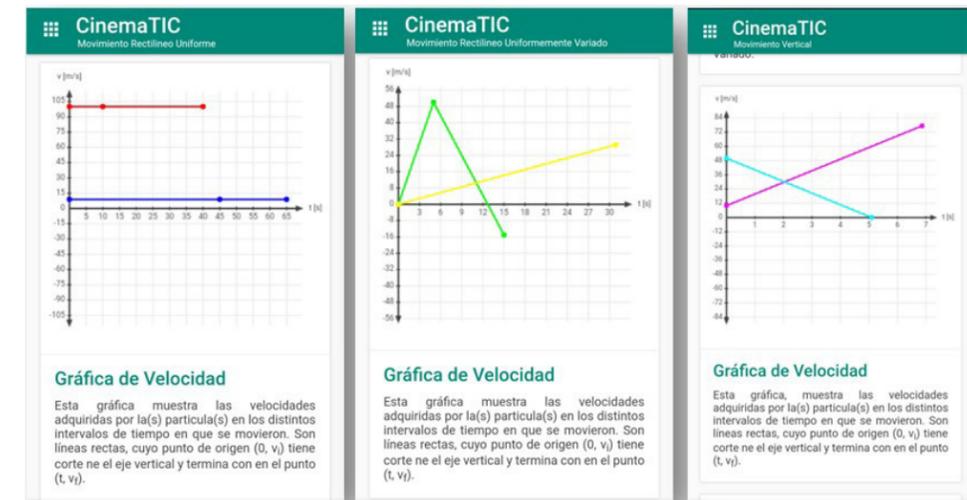


Figura 13. Gráficas Velocidad - Tiempo.



Figura 14. Gráficas Posición - Tiempo.

Fuente: Aplicación CinemaTIC

Diseño y programación de la interfaz 'Acerca de'. Esta interfaz presenta información en pdf de la aplicación, y suministra recursos didácticos propios para el uso del simulador, entre ellos: Una Guía didáctica como material de apoyo sobre los elementos básicos para el estudio de la Física y, en particular, la Cinemática, un Manual de usuarios que tiene como propósito dar a conocer a los estudiantes y docentes de Física las características y la forma de funcionamiento de la aplicación web CinemaTIC, y un archivo de Ejercicios propuestos como colección de problemas de los tres movimientos estudiados, cuyo objetivo es poner en práctica y familiarizarse autónomamente con la aplicación.



Figura 15. Interfaz 'Acerca de'.

Fuente: Creación propia

Validación, diseño de experimentos, experimentación, interpretación e implementación. Estas fases fueron desarrolladas con los docentes y los estudiantes de la asignatura Física 1 de los programas de ingeniería de la Universidad. En varias sesiones de trabajo se socializó la aplicación y luego se aplicó un cuestionario a una población de 92 estudiantes, cuyo objetivo fue evaluar la funcionalidad y utilidad del software.

Tabla 4. Preguntas cuestionario

Preguntas	Contenidos
1	¿El nivel de coherencia entre la temática abordada en la aplicación web y el desarrollo académico de tus clases de Física 1 es?
2	¿El grado de satisfacción académica que experimentaste al observar la funcionalidad de la aplicación web, fue?
3	¿Las estrategias elaboradas para presentar las diferentes soluciones a los problemas planteados, te han parecido?
4	¿El nivel de la presentación o diseño del aplicativo web es?
5	¿La construcción de las gráficas mostradas por cada movimiento en relación a los temas vistos en clase, es a tu juicio?
6	¿Qué aspectos o factores tendrías en cuenta para mejorar la aplicación web?

Fuente: Creación propia

Tabuladas las respectivas respuestas ofrecidas por los estudiantes a quienes se les aplicó el cuestionario, se obtuvo la siguiente información:

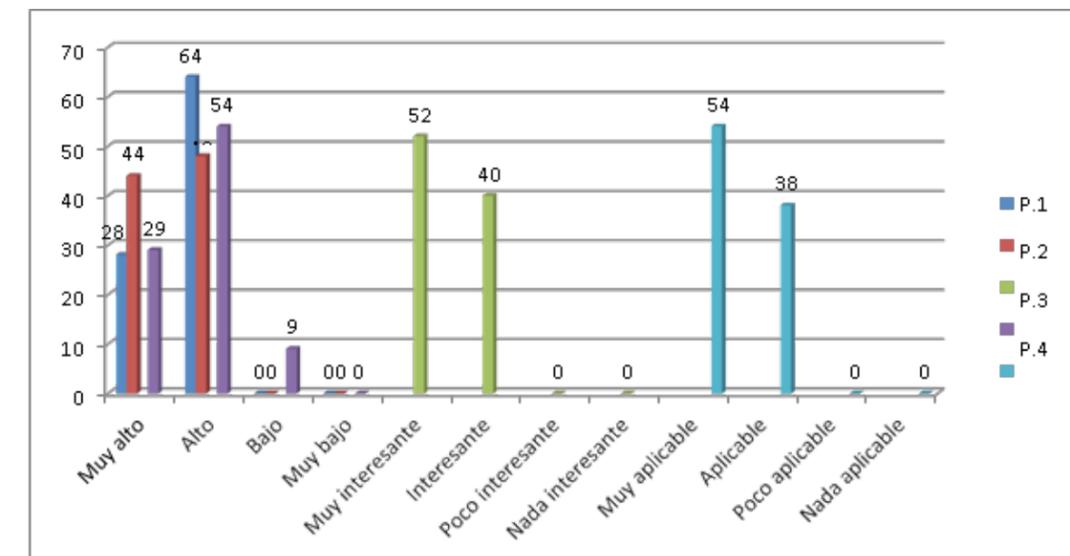


Figura 16. Graficación de las Preguntas al Cuestionario.

- ✓ Pregunta 1: el 30 % de los estudiantes afirmó ser Muy alto y el 70 % Alto.
- ✓ Pregunta 2: el 48 % de los estudiantes afirmó ser Muy alta y el 52 % Alta.
- ✓ Pregunta 3: el 57 % de los estudiantes afirmó ser Muy interesante y el 43 % Interesante.
- ✓ Pregunta 4: el 32 % de los estudiantes afirmó ser Muy alto, el 59 % Alto y el 9 % Bajo.
- ✓ Pregunta 5: el 59 % de los estudiantes afirmó ser Muy aplicable y el 41 % Aplicable.
- ✓ Pregunta 6 (Abierta): el 60 % de los estudiantes opinaron que la aplicación les pareció muy didáctica y completa; el 10 %, que mejorarían el diseño y la presentación física de algunas interfaces; el 15 % hablaron de incluir un tutorial para estudiantes de bachillerato, y el 15 % restante, que la ampliaría a más movimientos estudiados en Cinemática.

Documentación. Se incluyó todo lo referente al Manual de Usuario, fundamentos legales, institucionales, creadores, alcance, aplicabilidad y características técnicas de la aplicación web, las cuales se encuentran en el módulo 'Acerca de'.

5. Resultados

Tras el desarrollo de esta investigación, se obtuvo como resultado principal, una aplicación web CinemaTIC, a la cual se accede mediante el enlace cinematicsimulator.com, diseñado y programado utilizando el lenguaje JavaScript, implementando la *Framework JQuery* en un servidor bajo entorno Linux con Apache, utilizando el *IDE Visual Studio Code* y otras herramientas de diseño y programación como HTML5, CSS3.

Las interfaces gráficas de la aplicación fueron diseñadas con base en lo establecido por el estándar Material Design de Google, para poder implementar las diferentes opciones de 'Agregar partícula', 'Agregar intervalo', 'Convertir unidades', 'Ajustar las unidades de precisión', así como la interfaz 'Acerca de' del menú principal. Cada una de las interfaces de los movimientos contiene una barra de navegación con tres botones: Partículas, Soluciones y Gráficas. El botón 'Partículas' permite acceder a una interfaz donde están las opciones 'Agregar partículas' y 'Agregar intervalos'; el botón 'Soluciones' permite acceder a una interfaz donde se visualiza entre tres, cuatro o seis soluciones Paso a paso de cada movimiento o problema formulado en la interfaz Partículas. También está el botón Gráficas, el cual permite visualizar, en un sistema de coordenadas

rectangulares, las diferentes gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

Como material de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje de la Cinemática, se incluyó dos Guías Didácticas: una contiene todo lo concerniente a las bases conceptuales y teóricas de los movimientos estudiados y simulados, y otra, 146 problemas que permiten complementar el trabajo realizado en el aula, haciendo uso de la aplicación.

Un resultado importante fue la manera asertiva como la aplicación fue recibida por los estudiantes y docentes en las distintas secciones de trabajo en las que se implementó y socializó. Además, la aplicación desarrollada ofrece una ventaja didáctica frente a otras aplicaciones porque fue diseñada de forma que incluyera todas las circunstancias que se da en la solución de problemas de Física, como son: Conversión de unidades, el movimiento de n-móviles con n-intervalos, todas las soluciones paso a paso posibles y las gráficas de posición, velocidad y aceleración en función del tiempo.

Finalmente, por ser una aplicación web, es liviana y accesible desde cualquier parte solo con una conexión a internet, y debido a la interfaz minimalista, es agradable, intuitiva y de rápido y fácil uso.

6. Discusión

Se busca que con la puesta en práctica de esta aplicación web como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de la Cinemática, se pueda superar los factores de desmotivación hacia el aprendizaje, las altas tasas de mortalidad académica, la apatía, la repitencia y la deserción.

En analogía con lo afirmado por Alzugaray et al., (2010), CinemaTIC ofrece importantes ventajas para la educación científica, en particular con los trabajos prácticos, utilizando simulaciones y permitiendo establecer una relación entre los objetos, eventos y fenómenos del mundo real y las teorías y modelos que se genera para su interpretación.

Aunque el propósito y los objetivos de la investigación no fueron medir el impacto y alcance académico de la herramienta didáctica, en las fases de validación, diseño de experimentos, experimentación, interpretación e implementación realizada con los estudiantes y docentes de Física de la Universidad, se pudo comprobar que, como afirman Andaloro et al., (1991, citados por Alzugaray et al., 2010) con respecto a la utilización de tecnología informática aplicada en los procesos educativos, que CinemaTIC representa un instrumento que permite actividades de manipulación de modelos que facilitan la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales.

En el mismo sentido, tal como afirman Sierra y Perales (2000, citados por Alzugaray et al., 2010), con el desarrollo de la aplicación web CinemaTIC,

los estudiantes podrán realizar trabajos prácticos como la resolución de problemas, facilitando así el aprendizaje de contenidos, al ser un recurso didáctico que posibilita al estudiante el fundamento teórico de sus ideas previas, la formulación de hipótesis propias, autonomía del proceso de aprendizaje, construcción de modelos mentales que simulan sistemas físicos y la creación de un espacio de discusión entre estudiantes y docentes.

7. Conclusiones

Con la puesta en práctica del software CinemaTIC se cumplió con el propósito y los objetivos formulados en la investigación, que eran el desarrollar una aplicación web que permitiera simular los Movimientos Rectilíneo Uniforme, Rectilíneo Uniformemente Variado y el Movimiento Vertical.

En lo referente al objetivo de implementar una solución de software orientado a la web que propicie un aprendizaje autónomo, significativo y dinámico desde la simulación de los fenómenos cinemáticos estudiados, se puede inferir que CinemaTIC es una herramienta de carácter educativo, accesible desde cualquier dispositivo móvil u ordenador conectado a Internet.

En el diseño y programación de los algoritmos que permitiera implementar computacionalmente los distintos modelos físicos-matemáticos de los movimientos de las diferentes interfaces, se utilizó herramientas de ingeniería de software como la metodología XP, el lenguaje JavaScript, HTML5, CSS3, entre otras herramientas enfocadas al paradigma de la programación web y los dispositivos móviles, y para las actividades y los procesos de simulación se trabajó con las etapas propuestas por Banks (2008).

La validación, diseño de experimentos, experimentación, interpretación e implementación del aplicativo web CinemaTIC realizados por y con los estudiantes y docentes de Física 1 de la Universidad, permitieron estimar asertivamente que éste es un recurso didáctico innovador de carácter constructivista, que responde a los interrogantes de investigación: ¿Cómo o qué estrategias adoptar en la escuela y la universidad para incentivar y motivar a los estudiantes hacia el estudio y aprendizaje de la Física? ¿Cómo propiciar un aprendizaje autónomo, significativo y dinámico de esta ciencia, permitiendo superar las dificultades planteadas? cuya respuesta se encuentra en los llamados Ambientes de Aprendizaje Apoyados por el Computador.

8. Recomendaciones

Que el aplicativo involucre otros movimientos más estudiados en Cinemática, como el Movimiento Semi-parabólico, el Parabólico y el Circular Uniforme, los cuales, por motivos de tiempo, recursos y complejidad algorítmica, no pudieron ser diseñados y programados en esta investigación.

Finalmente, realizar una investigación de tipo formativa e interpretativa, con enfoque descriptivo, que permita evaluar el alcance cognitivo y didáctico del software CinemaTIC, aplicado a la enseñanza y el aprendizaje de la Cinemática.

Referencias

- Alzugaray, G., Carreri, R. y Marino, L. (2010). El software de simulación en Física: herramienta para el aprendizaje de contenidos. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18423/Documento_completo.pdf%3Fsequence%3D1
- Banks, J. (2008). Unidad 1. Introducción a la Simulación. Recuperado de <http://simula32.blogspot.com/2008/02/simulacion.html>
- Casadei, L., Cuicas, M., Debel, E. y Álvarez, Z. (2008). La simulación como herramienta de aprendizaje en Física. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 8(2), 1-27.
- Kofman, H. (s.f.). Estudio de Cinemática y Dinámica de partículas con simulaciones computacionales. Recuperado de <http://www.fiq.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/particul.pdf>
- Tarifa, E. (s.f.). Teoría de modelos y simulación. Recuperado de https://www.econ.unicen.edu.ar/attachments/1051_TecnicasIISimulacion.pdf
- Torres, S. (2013). *La enseñanza de la cinemática apoyada en la teoría del aprendizaje significativo, la solución de problemas y el uso de applets* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/11602/1/71672894.2014.pdf>
- Universidad de Los Andes. (2007). Investigación sobre deserción en las instituciones de educación superior en Colombia. Recuperado de https://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/articulos-358471_recurso_8.pdf

Capítulo 3

El aseguramiento de la calidad de los requerimientos en la industria local del software: caso Pereira

Luis Eduardo Peláez Valencia¹
Alonso Toro Lazo²
Daniel Eduardo Rodríguez Franco³
Luis David Ledesma Mariño⁴
Edier Humberto Largo Bueno⁵

¹ Master en Ingeniería de software (Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software), Universidad Politécnica de Madrid, 2013; Magíster en Ingeniería de Software, Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2010; Especialista en propiedad Intelectual, Derechos de Autor y Nuevas Tecnologías, Universidad Externado de Colombia, 2005; Ingeniero de Sistemas, Universidad Antonio Nariño, 1999. Profesor asociado de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica UCP, Pereira, Integrante del Grupo de investigación 'Entre Ciencia e Ingeniería', Universidad Católica de Pereira en calidad de Investigador Asociado clasificado por Colciencias. Correo electrónico: luis.pelaez@ucp.edu.co

² Magíster en Gestión y Desarrollo de Proyectos de Software, Universidad Autónoma de Manizales, Caldas Colombia, 2017; Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica de Pereira, 2010. Docente/ Director de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones, Universidad Católica de Pereira UCP, Pereira, Risaralda. Integrante del Grupo de investigación 'Entre Ciencia e Ingeniería', Universidad Católica de Pereira UCP. Correo electrónico: alonso.toro@ucp.edu.co

³ Estudiante de pregrado, programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Correo electrónico: daniel1.rodriguez@ucp.edu.co

⁴ Estudiante de pregrado, programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Correo electrónico: luis.ledesma@ucp.edu.co

⁵ Estudiante de pregrado, programa de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones. Correo electrónico: edier.largo@ucp.edu.co



Resumen

La industria del software de la ciudad de Pereira está representada principalmente por micros, pequeñas, y medianas empresas (Mipymes); presenta el dilema de la calidad en el proceso y en el producto: por un lado, apostarle al aseguramiento de la calidad de los proyectos de software en sus dimensiones de proceso y producto, y por otro, la necesidad de contar con personal especializado en cada una de las fases del proyecto, que pueda ser pagado por los costos nominales que logra subsidiar el mismo proyecto, costos que con poca frecuencia permiten vincular personal altamente calificado.

Este trabajo presenta el estado de la cuestión de la industria local en cuanto al aseguramiento de la calidad de los requerimientos, quedando pendiente, como parte de otra publicación, las propuestas para mejorarlo. Dicho estado de la cuestión se convierte en una entrega parcial del proyecto de investigación "Modelo automatizado para el Aseguramiento de la Calidad de los Requerimientos en Proyectos Software" desarrollado por el grupo de investigación 'Entre Ciencia e Ingeniería'.

Palabras clave: Ingeniería de Software, Aseguramiento de la Calidad del Software (SQA), Aseguramiento de la calidad de Requerimientos (RQA).

The assurance of the quality of the requirements in the local software industry: Pereira case

Abstract

The software industry of the city of Pereira is represented mainly by micro, small and medium enterprises (MSMEs). This industry presents the dilemma of quality in the process and in the product: on the one hand, betting on the assurance of the quality of software projects in their process and product dimensions, and on the other hand, the need to have specialized personnel in each of the phases of the project and which can be paid for the nominal costs that the same project manages to subsidize, costs that infrequently allow for the linking of highly qualified personnel.

This paper presents the status of the local industry issue regarding the assurance of the quality of the requirements, pending, as part of another publication, the proposals to update it. The state of the matter

became a partial delivery of the research project "Automated Model for the Assurance of the Quality of the Requirements in Software Projects" developed by the research group 'Entre Ciencia e Ingeniería'.

Key words: Software Engineering, Software Quality Assurance (SQA), Quality Assurance of Requirements (RQA).

1. Introducción

La Industria del software en la ciudad de Pereira está compuesta por micros, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), caracterizadas dentro del sector local e industrial por ser organizaciones que cuentan con un bajo número de empleados; su estructura empresarial y orgánica es pequeña y limitada. Dentro de su razón y vinculación con el sector productivo en la ciudad, ofrecen servicios propiamente destinados al desarrollo de proyectos de software a la medida, operaciones que presentan el objetivo de vincular servicios y productos para las mismas organizaciones de la región o del país que los demanda.

Las Mipymes, en su deber por cumplir con la posibilidad de adoptar enfoques, tanto para asegurar la calidad no solo de sus procesos si no de sus productos, y en su efecto por contar con un mínimo de empleados, la mayoría de ellos de formación técnica y unos pocos del orden administrativo, buscan necesariamente emprender sus actividades de negocio de manera que ayuden a potenciar su organización y marca, basadas en la calidad del producto y de los servicios que ofrecen.

Estudios como los de Toro y Peláez (2018), De-La-Cruz-Londoño y Castro-Guevara (2014), han concluido que las MiPymes que asumen esta responsabilidad de captar proyectos software para llevarlos a feliz término, desconocen los métodos y metodologías implementadas normalmente al modelo del ciclo de vida del desarrollo, terminando en escenarios en los que las buenas prácticas, el desarrollo y la gestión estandarizada no es precisamente lo que se rescata, redundando en productos de baja calidad que, finalmente, conducen al fracaso muchos proyectos, y al estigma de la madurez en la industria local.

Una propuesta que se presenta para la región, y a partir de resultados de investigación abordados desde el año 2006 y hasta la fecha, consiste en acompañar a la industria para que se reconozca la ingeniería de software como disciplina, el aseguramiento de la calidad del software como sub-disciplina y, dentro de ésta, el aseguramiento de la calidad de los requerimientos como elementos claves para iniciar proyectos de software con buenas prácticas que puedan concluir en productos de buena calidad.

Las organizaciones inician su inclusión en el sector productivo con el objetivo de desarrollar software para las empresas locales a fin de trascender

con algún proyecto a nivel nacional o quizás internacional. Actualmente, buscan competir con mercados más exigentes, dado que en los últimos cinco años, algunas multinacionales de la industria del software se han instalado en la región y las Mipymes ven amenazada su posibilidad de continuar en la industria.

El mercado se irá estrechando debido a la falta de mecanismos y estrategias que les ayude a competir en el mercado local, de manera que las Mipymes (empleados y directivos), quienes producen el software y quienes tienen la responsabilidad de fabricar la totalidad del producto, deben tomar decisiones sobre la forma de mejorar el proceso del desarrollo y, por ende, del producto resultante de cada proyecto.

Sin embargo, el desconocimiento y apropiación de métodos y metodologías establecidas y aplicables al modelo del ciclo de vida del desarrollo, dan como resultado que no se está apropiando los estándares mínimos de calidad, razón por la cual la actividad de estandarizar los proyectos de software e incluir el manejo de aseguramiento de la calidad, no ha sido un trabajo fácil, concluyendo que los industriales de la ciudad de Pereira fabrican software donde se evidencia el uso de malas prácticas, permitiendo especular que las Mipymes que desarrollan software en la ciudad, redundan en productos de baja calidad. Así, las empresas reducen la posibilidad de adquirir buen conocimiento para asegurar la calidad de sus proyectos y hacer frente a los demás participantes del mercado.

En el año 2006 y posteriormente en el 2010, Peláez (citado por Toro y Gálvez, 2016) llevó a cabo estudios que concluyen sobre el estado de los proyectos software en la industria local, arrojando como una de las conclusiones principales, la necesidad de incrementar el nivel de calidad de los procesos de desarrollo mediante alguna de las siguientes posibilidades:

- a. La formulación y validación de modelos propios para la industria local, de tal forma que se pueda apropiar al talento humano sobre la manera adecuada de llevar las fases de desarrollo aplicando buenas prácticas.
- b. La formulación de modelos que permitan determinar la calidad del software y la forma de acercarla a una situación ideal mediante la aplicación de buenas prácticas.
- c. La elaboración de un estado del arte o un estado de la cuestión alrededor de las metodologías y los modelos utilizados mundialmente y su manera de apropiarlos en la pequeña industria para obtener niveles de competitividad global.

Estos estudios también concluyeron que el desarrollo de software ha sido abordado incorrectamente por la industria local; en un alto nivel de

responsabilidad, por la imposibilidad de adaptar metodología o modelos que han sido formulados precisamente para asegurar la calidad de un proyecto de software. Esto ha llevado a productos de baja calidad, redundando a la vez en un mínimo de satisfacción por parte del cliente contratante. Así, la imagen de las Mipymes en la industria se ve afectada, pone en riesgo la futura contratación por la calidad de sus productos y, finalmente, el despido de algunos empleados por la incapacidad de sostenerlos laboralmente; o, concluye con el mismo cierre de la compañía.

En consecuencia, con el escenario planteado y con base en los resultados obtenidos, se hace necesario identificar los posibles problemas en el contexto del desarrollo de proyectos de software, y saber el qué y el porqué de la deficiencia del sector industrial del software de la ciudad de Pereira por lograr la consecución de la calidad de sus productos.

2. Acercamiento al estado de la cuestión

La industria del software, como una de las tantas clases de industrias que existen en Colombia y en el mundo, desempeña un papel muy importante para el desarrollo integral de todo país, debido a que el software, como producto intangible de esta industria, educa, genera empleo, brinda bienestar, satisface necesidades y, sobre todo, contribuye al desarrollo tecnológico e integral de toda sociedad. Al ser una industria que ofrece tanto potencial para la sociedad, tiene, como lo indica el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia (2008, citado por Martínez y Arango, 2012), un gran componente de conocimiento, por lo que se requiere de un alto desempeño en investigación, desarrollo tecnológico y formación de personas capaces de producir conocimiento y soluciones acordes con las necesidades de todo tipo de organizaciones que así lo requieran.

Sin embargo, la situación se dificulta cuando se reconoce un alto dominio de la industria por parte de las pequeñas y medianas empresas dedicadas especialmente al desarrollo a medida, y menos a la distribución empaquetada del producto, según lo muestra la Figura 1.

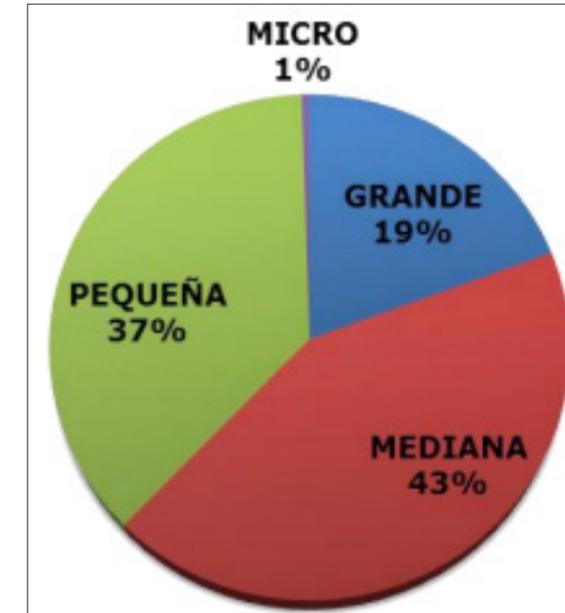


Figura 1. Participación en la industria del Software por tamaño de empresas año 2014.

Fuente: Toro y Gálvez (2016).

En esta línea, considera FEDESOFTE (2014) que, de acuerdo con la especialización por tipo de empresa según el porcentaje de su facturación, durante el año 2012, el tamaño de las mismas por tipo de cliente se puede clasificar de la siguiente manera:

Tabla 1. Especialización de tipo de empresa. Cuadro 15

Tamaño de Empresa	%
Grande empresa (más de 500 empleados - activos mayores a los \$28.335.000.000)	36%
Mediana empresa (entre 51 y 500 empleados - activos entre \$2.834.066.700 y \$28.335.000.00)	28%
Pequeña empresa (entre 11 y 50 empleados - activos entre \$283.916.700 y \$2.833.500.000)	20%
Microempresa (menos de 10 empleados - activos hasta \$283.350.000)	12%
Personas naturales	4%

Fuente: FEDESARROLLO (2014).

Para el año 2009, según Bastos y Silveira (2009, citados por Martínez y Arango, 2012), las empresas estaban distribuidas en cuatro tipos de empresas bien definidas: empresas desarrolladoras de software, empresas distribuidoras y comercializadoras de productos informáticos, empresas proveedoras de acceso y servicios de Internet y empresas productoras de hardware.

De acuerdo a cifras más cercanas (FEDESOFTE, 2014), la distribución de las empresas de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU), corresponde a la expuesta en la Tabla 2:

Tabla 2. Distribución de las empresas por código CIIU

CIIU	DESCRIPCIÓN CIIU	%
6201	Actividades de desarrollo de sistemas informáticos	36%
6202	Actividades de consultoría informática y de instalaciones informáticas	26%
6209	Otras actividades de tecnologías de información	3%
5820	Edición de programas de informática (software)	3%
4741	Comercio al por menor de computadores, equipos periféricos, programas de informática	3%
	Otros códigos CIIU	29%

Fuente: FEDESOFTE (2014).

Lo anterior corresponde al hecho de que la industria del software es una industria centrada en la producción de intangibles; entiéndase también, como producción de conocimiento que posibilita la modernización de los procesos productivos, propicia el uso de habilidades laborales sofisticadas, ayuda a refinar y madurar un sector, y conduce a la producción de bienes con mayor valor agregado (Lopera, 2012).

Esto lleva a considerar que dicha industria no pretende renunciar a su propósito de productora de intangibles y, por el contrario, desea continuar con su crecimiento y consolidación, por lo que se hace necesario problematizarla, como en este tipo de proyectos, para determinar los factores causantes de baja calidad en el software, refinarla a través de la adopción de buenas prácticas de ingeniería e implementación de estándares, modelos, metodologías y demás, especializarla a través de profesionales altamente calificados, y enriquecerla a partir de una discusión fina que se dé con los requisitos como elemento fundamental en el aseguramiento de la calidad del producto software desde el inicio del proceso de desarrollo.

Al respecto, Merchán, Urrea y Rebollar (2008), señalan que:

El 58,3 % de las empresas emergentes de desarrollo de software del sur-occidente colombiano no establecen criterios para la aceptación de proveedores de requisitos, lo que puede traer falencias para el desarrollo del proyecto, por cuanto las fuentes de los requisitos no tienen dominio de la problemática del sistema ni de sus procesos, así como obtener requisitos mal interpretados e inconsistentes e incluso omitir requisitos que pueden ser necesarios para la solución. (p. 40).

Dicho señalamiento se confirma cuando se precisa que un alto porcentaje de las empresas (48,71 %) no establece criterios para la aceptación de requisitos, factor que puede ocasionar la presencia de errores en el desarrollo de los mismos, que redundan en retrasos en los cronogramas de trabajo, trabajo repetitivo o hasta el rechazo del cliente (Merchán et al., 2008).

En la misma línea, Torres de Paz (2009) precisa que el 56 % del total de errores encontrados en los productos software son generados en la fase de Requisitos, como lo muestra la Figura 2. Además, el porcentaje

total del esfuerzo del proyecto que se destina en la fase de Requisitos no llega al 20 %, independientemente del modelo de desarrollo (iterativo, en cascada, etc.) o del tipo de proyecto (nuevo, de mantenimiento).

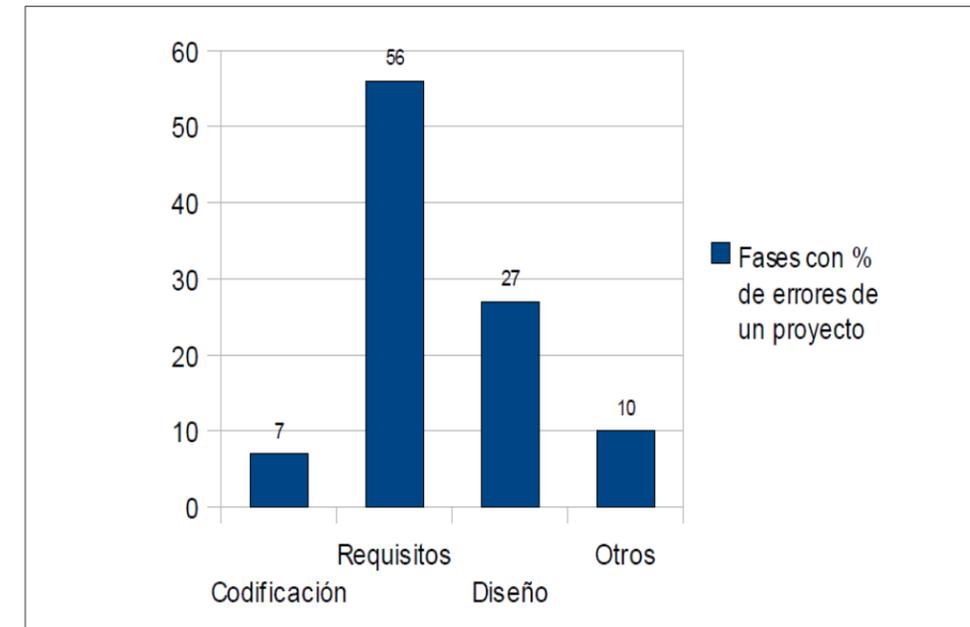


Figura 2. Proporción de Errores en cada una de las fases de desarrollo.
Fuente: Torres de Paz (2009).

Al ser la parte inicial de un proyecto de desarrollo de software, los requisitos tienden a ser uno de los elementos que llegan a generar incertidumbre, propia del inicio de cualquier proyecto, la cual, a manera de hipótesis, convierte los requisitos en la parte más incomprendida en el contexto de la Ingeniería de Software como disciplina. Sin embargo, no solo para la industria local, como se señala en estudios previos, sino a nivel nacional e internacional, citado por organizaciones que tratan la disciplina. Los productores de menor tamaño se concentran en acelerar el proceso de desarrollo, redundando en un producto que no cumple los niveles de calidad esperados por los interesados (usuario y cliente).

En consonancia, Maita (2012) afirma que debido a que:

No se realiza un estudio previo de los requisitos del usuario, no se hace una definición completa del alcance del proyecto y no [se realiza] el modelado del negocio antes de desarrollar el software; el equipo [desarrollador o] analista no se involucra en el problema, y aunque se tiene claro que el sistema debe desarrollarse para dar soporte a los procesos de la organización, si el equipo no se involucra en la problemática, se corre el riesgo de que los requisitos identificados no correspondan a las necesidades para lo que se debe crear. (párr. 7).

De esta forma, y de acuerdo con Torres de Paz (2009), no solo no se satisface las necesidades de clientes y usuarios sino que también quedan pendientes las mismas expectativas del equipo desarrollador.

En el caso colombiano, estudios de la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS, citada por Toro-Lazo y Peláez-Valencia, 2016), en la industria del software, sostienen que, cerca del 70 % de los proyectos no son exitosos, siendo uno de los principales problemas, la ejecución de los procesos relacionados con la ingeniería de requisitos. Entre sus causas más frecuentes está la falta de comprensión de los requisitos iniciales y la inhabilidad para gestionar los cambios durante su desarrollo.

Las Mipymes deben tomar acciones que les permitan volver a posicionarse en la industria del software y posteriormente prepararse para competir con la industria a nivel internacional. La forma de hacer software las ha llevado a entregar productos poco fiables, sin terminar y con muchas restricciones en el mantenimiento, comparado con los productos que entregan los extranjeros radicados en la ciudad.

De esta forma, las empresas han tenido que ver cómo los sectores de comercio y servicios, la industria y demás sectores que demandan productores software los vienen contratando menos, porque acuden más a los grandes productores, dadas las garantías que reciben. Si bien, tienen experiencia desarrollando software, nunca hubo preocupación por implementar estrategias que les permitieran asegurar la calidad del proceso y el producto, y como consecuencia, ha habido despido de empleados, poca participación en el mercado, etc.

De no implementar un cambio que permita asegurar la calidad en el proceso de desarrollo y gestión de proyectos de software, la tendencia seguirá mostrando que más empresas locales desaparecerán, y los clientes tendrán que acudir a los grandes productores nacionales o extranjeros. Esto redundará en un bajo nivel de competitividad de la industria del software local e impacta el desarrollo económico por las finanzas que podrían quedarse en la región, pero emigran buscando mejores productos.

Se espera como resultado, que a partir de la caracterización del sector local se pueda indagar, descubrir y mejorar el proceso de aseguramiento de la calidad de los requerimientos en la industria local y que las Mipymes puedan contar con un escenario desde el que sea posible plantear el aumento de los niveles de calidad en el proceso y el producto.

3. Metodología

Para caracterizar el estado de la cuestión en lo relacionado con los requerimientos en proyectos de software, el desarrollo metodológico se justifica desde un estudio exploratorio en dos dimensiones: la investigación bibliográfica y el levantamiento de información en sitio. De esta forma, se propone cinco fases de desarrollo, así:

Fase 1: Exploración del estado del arte

En el transcurso y desarrollo de la investigación se realiza un levantamiento de información, acudiendo a diferentes fuentes de información como, los

repositorios institucionales, las bases de datos especializadas y bibliografía física de las diferentes bibliotecas de la región, con el objetivo de indagar, entender y proponer el contexto del problema que tiene como objeto el estudio, la caracterización del sector local de la ciudad de Pereira, de acuerdo a cómo está siendo abordado y manejado el aseguramiento de la calidad de los requerimientos en la industria local. De igual forma, y basados en la revisión de antecedentes, se concreta un acercamiento referente al contexto de la situación problema como interés en el ámbito regional, nacional e internacional.

Fase 2: Caracterización de la industria local del software de la ciudad de Pereira

Se realiza una descripción de aquellas empresas cuyas actividades económicas se encuentran bajo el código CIIU 62- Desarrollo de sistemas de información (Planificación, Análisis, Diseño, Programación, Pruebas), consultoría informática y actividades relacionadas, y CIIU 63- Actividades de servicio de información, ubicadas en la ciudad, con el objetivo de definir la población que se prestó para la realización del estudio e identificación, arrojando un marco muestral de empresas dedicadas a estas actividades económicas, para determinar la muestra necesaria que permitiera realizar la caracterización del estado de la cuestión de los requerimientos en la industria del software en la ciudad de Pereira.

Con base en el estudio preliminar, se obtuvo las bases de datos de dichas empresas, por medio de una solicitud a la Cámara de comercio de la ciudad; finalmente, se encontró 69 empresas.

Dentro de la población, las empresas fueron clasificadas en cuatro tipos de servicios que reflejaron un factor común dentro de las organizaciones: Software a la medida, Software empaquetado, aplicaciones móviles, aplicaciones web y otros (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución porcentual de empresas de acuerdo a la actividad que realizan, para cada ciudad objeto de estudio

Actividad	Ciudad
	Pereira
No Información	12,8
Software a la Medida	29,5
Software empaquetado	10,3
Aplicaciones móviles	17,9
Aplicaciones Web	14,1
Otros	15,4

En consecuencia, se realiza una descripción de los resultados obtenidos en cada una de las ciudades, especificando tamaño y tipo de empresa, servicio prestado, ubicación geográfica en el mapa de la ciudad, referente a Pereira.

Para la clasificación del tamaño de las empresas se tuvo en cuenta la información correspondiente al valor de activos de cada una de ellas, dado que, en los registros obtenidos en la ciudad, la información del personal dentro de ellas no era verídico; es decir, una gran parte de las empresas reportaban alrededor de 0 a 10 empleados.

Debido a esto, se realizó un nuevo método para efectuar la clasificación, tomando como base el segmento empresarial empleado en Colombia, donde existen micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, clasificación reglamentada por la Ley 590 de 2000, conocida como la Ley Mipymes, y modificada por la Ley 905 de 2004, con la cual se clasifica como Microempresa, a aquellas organizaciones cuyos activos van hasta 500 SMMLV (\$ 368.858.500); Pequeña empresa, cuando los activos se encuentran en un rango entre 500 y 5.000 SMMLV (\$ 3.688.585.000); Mediana empresa, cuando los activos superan los 5.000 SMMLV y no sobrepasan los 30.000 SMMLV (\$ 22.131.510.000); finalmente, se considera Grande empresa, cuando los activos son superiores a 30.000 SMMLV (\$ 22.131.510.000). En la Figura 3 se consolida la cantidad de empresas por tamaño en Pereira.

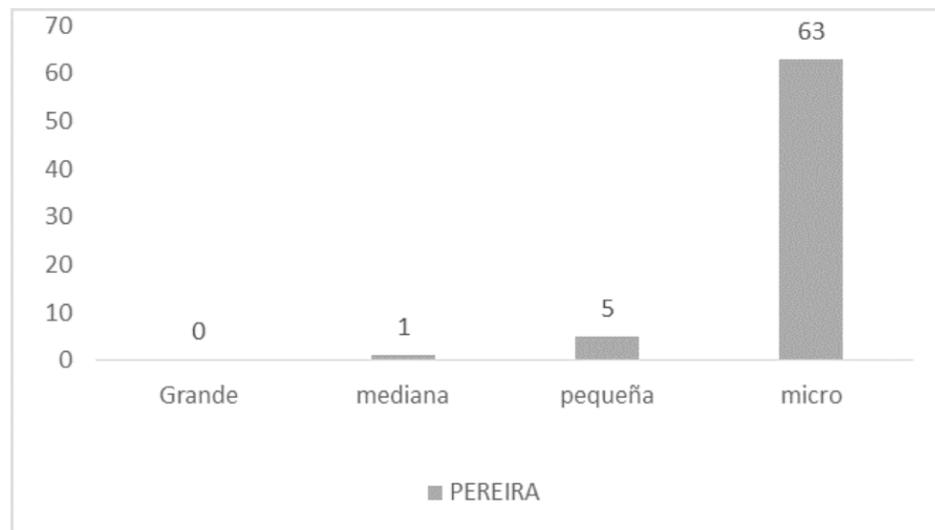


Figura 3. Número de empresas de acuerdo al tamaño.

Como se puede observar, en la industria del desarrollo de software en la ciudad de Pereira el 91,86 % de las empresas son denominadas microempresas debido a su tamaño.

Dentro de la ubicación geográfica en Pereira se utilizó la división política administrativa de la ciudad, dividida en comunas, con el fin de identificar

la zona más común para esta industria. Consecuentemente, la ciudad se encuentra dividida en doce comunas: Álamos, Batallón, Boston, Centro, Cerritos, Circunvalar, Cuba, Estadio, Parque Industrial, Pinares, Poblado y San Joaquín.

Tabla 4. Número de empresas por comunas en Pereira

Comunas	No. Empresas
Álamos	4
Batallón	3
Boston	2
Centro	27
Cerritos	5
Circunvalar	3
Cuba	10
Estadio	3
Parque Industrial	1
Pinares	8
Poblado	2
San Joaquín	1

Durante el estudio se realizó la ubicación geográfica de cada una de las empresas de la ciudad, dando como resultado un mapa con la respectiva ubicación de ellas dentro de la cabecera metropolitana. De esta manera se puede evidenciar que el 38,44 % se encuentran localizadas en el centro del municipio.

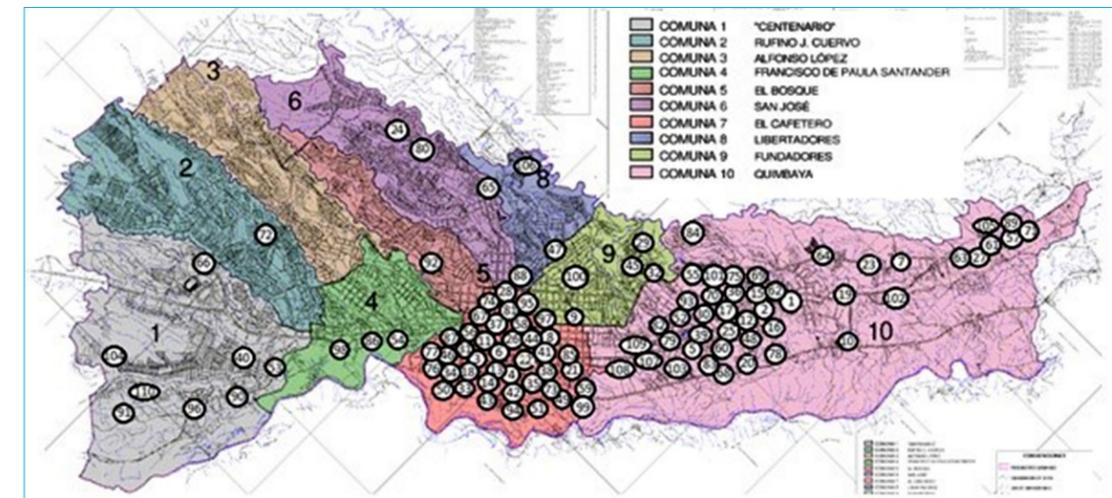


Figura 4. Ciudad de Pereira.

Fase 3: Población y Muestra

Se acuerda una muestra por conveniencia de las empresas desarrolladoras de software en la ciudad de Pereira; los criterios de selección de la muestra

se centran en aquéllas cuyas actividades económicas se encuentran bajo el código CIIU 62- Desarrollo de Sistemas de Información, y en su proceso (Planificación, Análisis, Diseño, Programación, Pruebas), consultoría informática y actividades relacionadas, y CIIU 63- Actividades de servicio de información, ubicadas específicamente en la ciudad.

Con relación a lo anterior y bajo el estudio previo de un experto estadístico vinculado a la Universidad Católica de Pereira, en conveniencia con la Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías de la institución, se toma el siguiente alcance para la respectiva investigación.

Tabla 5. Información de la muestra

Diseño de muestra	Muestra por conveniencia
Población objetivo	Mipymes desarrolladoras de software en la ciudad de Pereira
Tamaño de la muestra	13 empresas de la ciudad de Pereira
Momento estadístico	Octubre 2017
Financiación	Recursos propios

Fase 4: Diseño del instrumento de recolección de información

Con el objetivo de realizar la caracterización de la industria local del software en la ciudad de Pereira, se hizo necesario pensar en un instrumento que diera forma al contexto de la situación problema, que permitiera recolectar la información suficiente, que diera alcance a generar preguntas al sector productor de software sobre la manera como están siendo tratados los requerimientos y, por ende, a conocer el estado y la apropiación del aseguramiento de la calidad del producto software.

En este sentido, para el caso del instrumento, las siguientes dos siglas serán entendidas, así:

SQA: *Software Quality Assurance* o Aseguramiento de la Calidad del Software. *IEEE Computer Society* (2014) asegura que el SQA proporciona la seguridad de que los productos y procesos en el ciclo de vida del proyecto cumplan con sus requisitos especificados mediante la planificación, promulgando y llevando a cabo un conjunto de actividades de suficiente confianza, e indicando la calidad que radica en el software.

RQA: *Requirement Quality Assurance* o Aseguramiento de la calidad en los requerimientos. Conjunto de instrumentos y buenas prácticas que proporcionan la seguridad de que los productos y procesos relacionados con la definición de un problema que se resolverá con software nuevo o modificado, cumplirán con lo especificado previamente, para generar la confianza necesaria que los lleve a ser considerados como de calidad (Peláez, Toro, López y Ramírez, 2012).

De esta manera, se diseña un instrumento tipo encuesta que contiene los siguientes conjuntos de preguntas que atienden la necesidad de responder a los cuestionamientos generados en la investigación:

- Cómo están siendo tratados los requerimientos en cada una de las Mipymes.
- Adopción de modelos para gestionar los requerimientos.
- Formación profesional del personal encargado del RQA y SQA.
- Niveles de apropiación del SQA.
- Incorporación de talento humano para el SQA.
- Utilización y manejo de buenas prácticas para el SQA.
- Adopción de modelos de buenas prácticas para el RQA.
- Aseguramiento de la calidad de los requerimientos.
- Sugerencias de métodos y modelos para el RQA.

Fase 5: Aplicación del instrumento para conocer el estado de la cuestión en sitio

Basados en la muestra y la población de estudio, la aplicación del instrumento (tipo encuesta), fue aplicado, considerando estratégicamente lo siguiente:

Se realizó un encuentro con los empresarios del software de la ciudad de Pereira, teniendo en cuenta los criterios determinantes para su clasificación, considerando la validación y resultados de la muestra, y posteriormente la selección de cada empresa respecto a ésta. Una vez elaborada dicha clasificación se hizo un muestreo por conveniencia representativo de la población y fueron éstas las empresas invitadas al encuentro, el cual tuvo las siguientes finalidades:

- Presentar el proyecto con el ánimo de situar en contexto al sector productivo sobre el trabajo de investigación que se estaba llevando a cabo.
- Aplicar una encuesta como instrumento de levantamiento de información que tenía como objetivo, diagnosticar, proponer y describir mejoras en pro de tener un proceso de aseguramiento de la calidad de los requerimientos, dando cobertura al objeto de estudio.

4. Análisis y Resultados

Como insumo y fuente principal de la consolidación de información en condición de responder a los cuestionamientos necesarios incluidos dentro del alcance de la investigación, se aplicó un instrumento tipo encuesta

con el fin de obtener la información necesaria por parte de la población estudio, que para este caso se ubica en el sector productor de software en la ciudad de Pereira, específicamente en las Mipymes.

El instrumento está conformado por 13 preguntas con la pretensión de evaluar dos procesos fundamentales: el aseguramiento de la calidad (SQA) y el aseguramiento de la calidad de los requerimientos (RQA), que hacen parte fundamental dentro del proceso de desarrollo de proyectos de software. Se subdividió en preguntas de segundo orden, como: adopción de modelos o procesos para el RQA, incorporación de personal calificado para la aplicación y apropiación de SQA, adopción de buenas prácticas para el SQA y el RQA, clasificación de los procesos y métodos para lograr el RQA.

De acuerdo con la sistematización y el subministro de la información por parte de la población estudio, se procedió a realizar el análisis de resultados arrojados por las encuestas, dando a conocer los siguientes puntos, según la importancia y papel que cumplen dentro de la investigación:

- La manera como las Mipymes de la ciudad están llevando el proceso para el RQA en sus proyectos.
- El nivel de apropiación de las organizaciones del SQA y posterior implementación y aplicación en sus proyectos de desarrollo de software.
- La incorporación e inclusión de talento humano especializados en el área del SQA y RQA.
- La adopción y manejo de buenas prácticas para el SQA y RQA y su efecto en la aplicación.

De acuerdo al análisis y la sistematización de la información por parte de la población de estudio, la muestra responde que, respecto a la adopción de un modelo o proceso para el RQA, el 61 % de las Mipymes de la ciudad de Pereira afirman que en su organización no hay un modelo o proceso para medir este ítem, pero que a su vez han conseguido un modelo o proceso que, para el 23 % se establece propiamente en detectar los errores en el proceso de requerimientos, aunque estos no están siendo documentados, lo que en consecuencia resulta que la mayoría de la muestra encuestada NO implementa buenas prácticas que ayuden a medir el impacto en los proyectos siguientes:

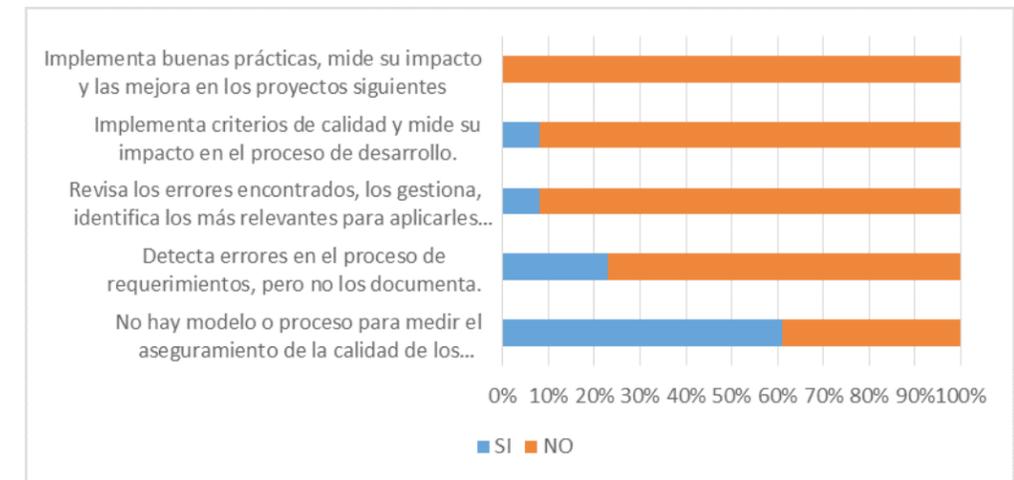


Figura 5. Adopción de un modelo o proceso para el RQA.

Respecto a la categoría de apropiación de SQA que manejan las organizaciones, el 61 % de las Mipymes de la ciudad de Pereira, lo desconocen o no lo aplican en sus proyectos de software, mientras que el 15 % de ellas consideran pertinente usar y aplicar otro método o concepto diferente para los proyectos que desarrollan, y el 8 % no ven necesaria su aplicación.

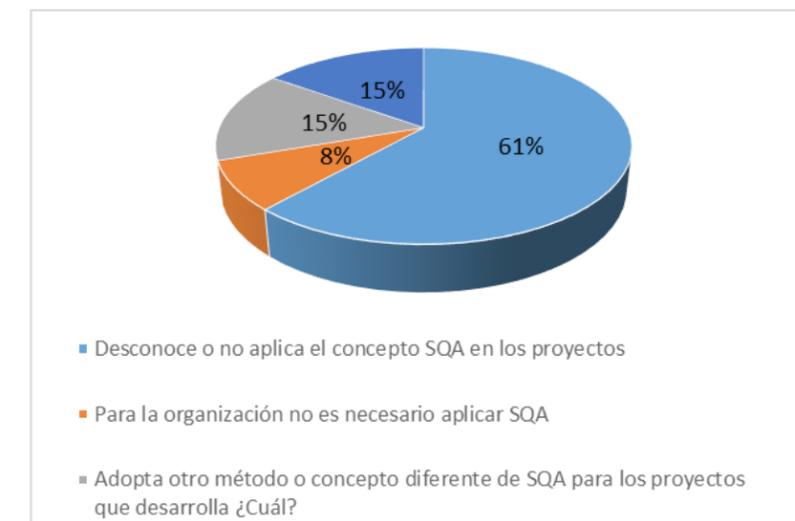


Figura 6. Categorización de la apropiación de SQA que manejan las organizaciones.

Con relación al estado de incorporación de talento humano especializado en SQA en los proyectos software que ofrecen las Mipymes de la ciudad de Pereira, se obtiene que el 54 % no cuenta con personal especializado; y si bien un 23 % no cuenta con personal especializado, consulta a expertos en el tema, con los cuales soporta el desarrollo de los proyectos.

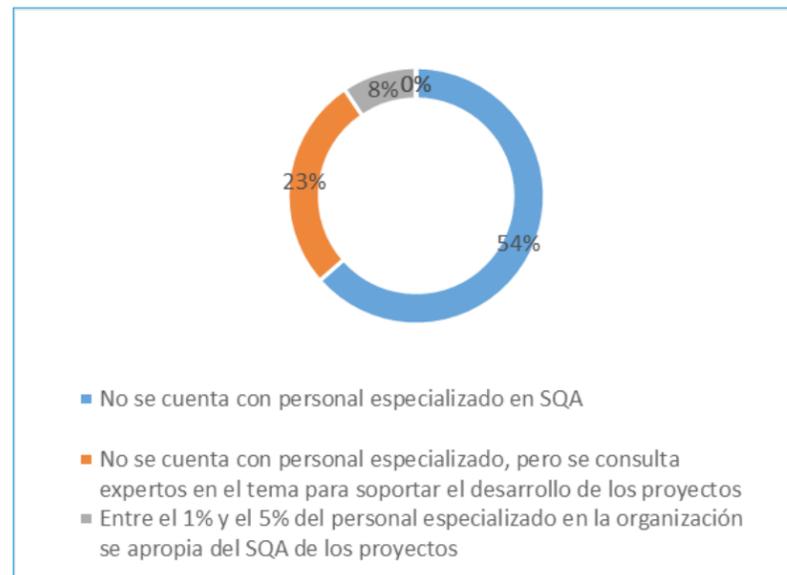


Figura 7. Incorporación de talento humano en SQA en los proyectos de software.

A pesar de la falta de personal, el alto desconocimiento del SQA y la falta de aplicación por parte de las Mipymes de la ciudad de Pereira, se logra identificar que aún se desconoce este concepto, pues desde otro punto de vista y en su proceso de implantación de calidad a los productos, es claro identificar que las organizaciones adoptan algún tipo de buena práctica de SQA, dado que el 46 % adopta como tal, la gestión de versiones; el 15 % realiza revisiones por pares; un 8 % realiza reportes de verificación, y ninguna otra utiliza otra buena práctica mencionada que ayude a la calidad de sus productos.

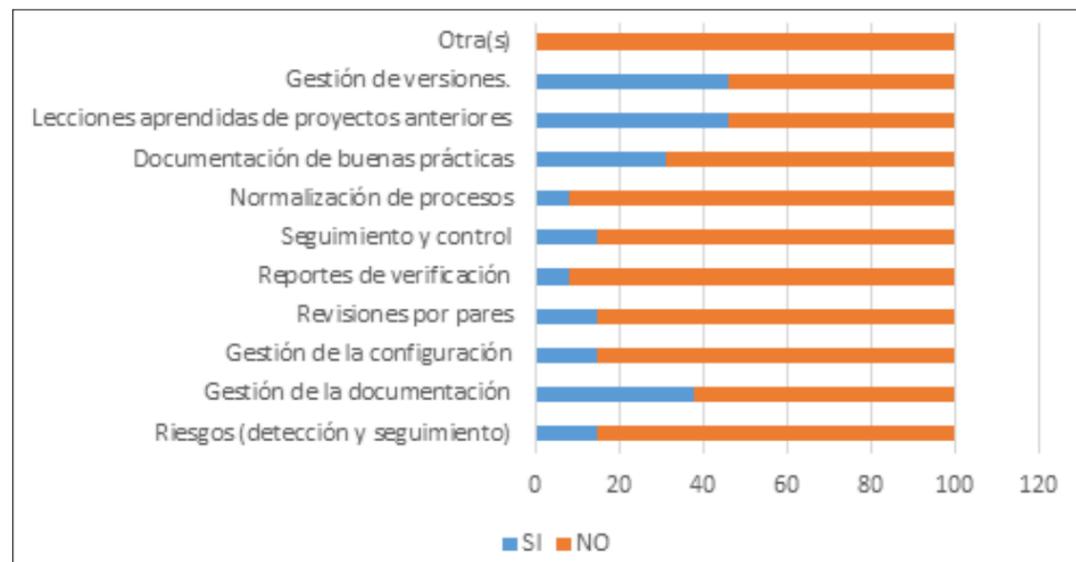


Figura 8. Apropiación del concepto SQA por parte de las organizaciones.

Con respecto a la adopción de algún tipo de buena práctica para el aseguramiento de la calidad de los requerimientos por parte de las organizaciones, resulta común que el 54 % utilizan el priorizar los requerimientos, mientras que un 8 % se ocupa de llevar a cabo una metodología encaminada a levantar, formar y capacitar al personal en la gestión de requerimientos, o en algunos casos hacen uso de otra buena práctica.

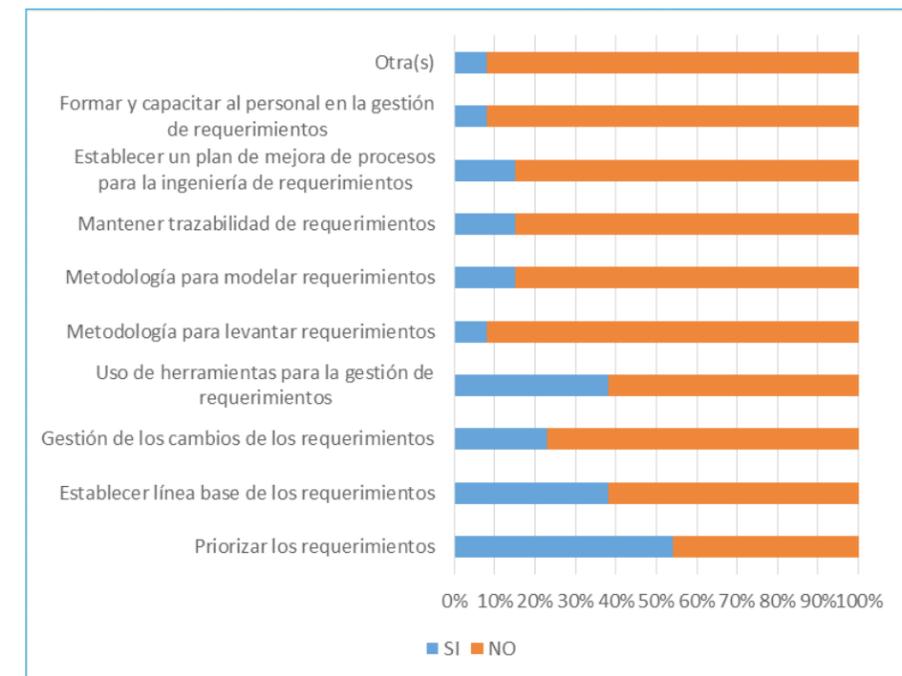


Figura 9. Adopción de una buena práctica para el RQA.

Referente a la medición que usan las Mipymes de la ciudad de Pereira para evaluar la calidad de los requerimientos, se evidencia que el 40 % de ellas concluyen que mientras el producto funciona, significa que los requerimientos son fiables y de calidad, mientras que el 22 % de la población afirma que realizar entregas a tiempo, justifica la calidad de los requerimientos.

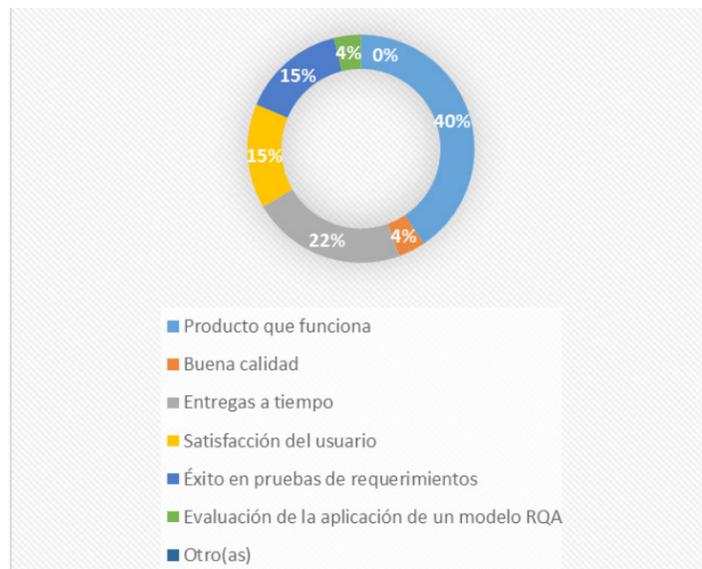


Figura 10. Medición que usan las Mipymes para evaluar la calidad de los requerimientos.

Respecto a la categorización para considerar que cada organización logró asegurar la calidad de los requerimientos en sus proyectos software, el 46 % coincide en que no determinan si el RQA se logró o no, mientras que un 23 % utiliza métodos y metodologías de la ingeniería de requisitos, con el fin de asegurar el proceso.

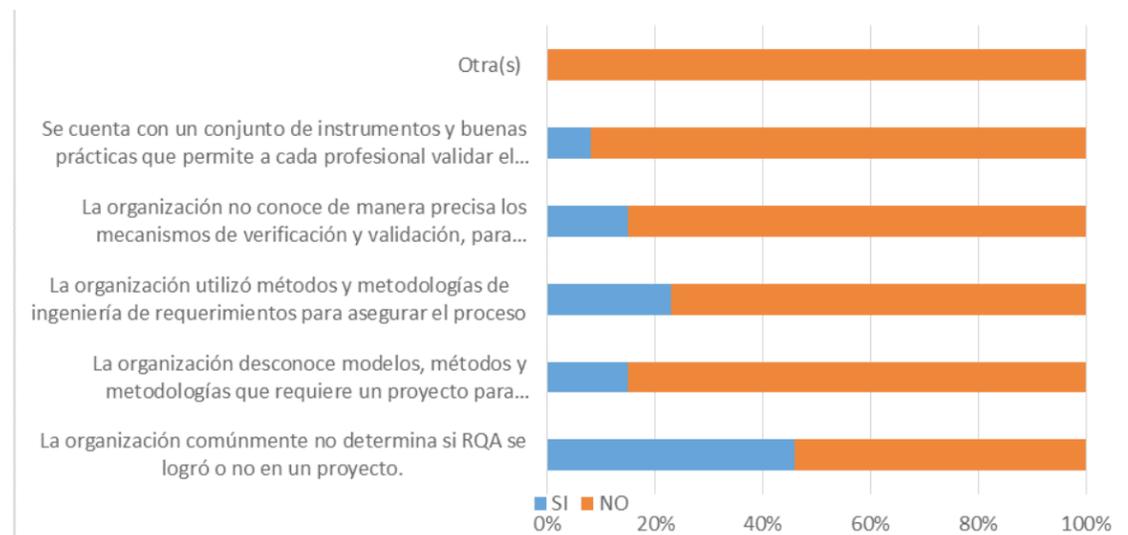


Figura 10. Categorización que usan las Mipymes para considerar que se logró asegurar la calidad de los requerimientos.

5. Conclusiones

Las Mipymes de la ciudad de Pereira requieren adoptar mejores prácticas en todas las fases del proceso de desarrollo, que conduzcan a optimizar la calidad del producto, lo cual repercutirá y potenciará su actividad comercial frente a los servicios y productos que ofrecen.

Comprendiendo que la preocupación común es entregar un producto fiable para el cliente y que se caracterice por el seguimiento y cumplimiento de estándares o buenas prácticas de calidad, es necesario adoptar acciones conducentes a mejorar el aseguramiento de la calidad desde el proceso de desarrollo y gestión del proyecto.

Entre las razones del fracaso de proyectos de software están: el desconocimiento en el manejo del proceso de los requerimientos en la fase temprana del proceso de desarrollo, y la falta de incluir los procesos de ingeniería de requisitos o requerimientos dentro de sus proyectos. Por esto, además de priorizar buenas prácticas de aseguramiento de calidad en el proceso de desarrollo, debería a la vez iniciarse dicho aseguramiento con el proceso de requerimientos, como fase conceptual para el producto que se espera.

La mayoría de los proyectos que se emprende en la industria local están en manos de organizaciones unipersonales o Mipymes, organizaciones éstas que en su mayoría evitan seguir estándares o metodologías aceptadas y reconocidas mundialmente, llevando entonces la definición de requisitos, para el caso que ocupa este informe, a una mínima expresión, aumentando como consecuencia, las estadísticas de proyectos fracasados.

Dentro del proceso vital en la industria del software, no solo es necesario conocer y manejar el RQA como el conjunto de actividades y cualidades que caracterizan los procesos de definir, medir, mejorar y gestionar la calidad de la identificación y análisis centrado en la fase de requerimientos dentro del proceso inicial del ciclo de vida del desarrollo y en su papel fundamental en la mejora del proceso de esta fase, y ajustarse al manejo de la documentación específica o conseguir adoptar una metodología que estandarice sus proyectos, si no trascender en la metodología y proceso, de manera que se logre adoptar como disciplina, y no como una condición para emprender un proyecto de software; esto hará que se pueda entregar un producto confiable y de calidad.

Finalmente, resulta de interés para futuras investigaciones, la disposición que los industriales del sector software tienen para participar de proyectos académicos que conduzcan a entregar productos de mejores niveles de calidad, problematizando el aseguramiento de la calidad desde el proceso.

Referencias

- Congreso de la República de Colombia. (2000). Ley 590 de 2000 "por la cual se dicta disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas". Recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0590_2000.html
- (2004). Ley 905 de 2004 "por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dicta otras disposiciones". Recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0905_2004.html
- De-La-Cruz-Londoño, C. y Castro-Guevara, G. (2014). La Ingeniería de Requerimientos en las Pequeñas Empresas del Departamento de Risaralda. *Lámpsakos*, (12), 110-119.
- Federación Colombiana de Industria del Software y TI (FEDESOFIT). (2014). Informe de Caracterización del Sector de Software en Colombia. Recuperado de <https://mega.nz/#!J0IyzLZI!jPSzznNDRaNP7tMTvzAZDnXQ16Vvh31MQqrLWve9mjk>
- Lopera, D. (2012). *Análisis estratégico de la industria colombiana de software a partir de la simulación de escenarios de competencia utilizando Dinámica de Sistemas* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/8466/>
- Maita, Y. (2012). Los requerimientos y su importancia en el desarrollo de software. Recuperado de http://kuainasi.ciens.ucv.ve/red_educativa/blogs/20
- Martínez, S. y Arango, S. (2012). Análisis en la industria del Software en Colombia: una mirada a la inversión en capacidades de innovación. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/283426731_Analisis_en_la_Industria_del_Software_en_Colombia_Una_Mirada_a_la_Inversion_en_Capacidades_de_Innovacion
- Merchán, L., Urrea, A. y Rebollar, R. (2008). Definición de una metodología ágil de ingeniería de requerimientos para empresas emergentes de desarrollo de software del sur-occidente colombiano. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 6(1), 37-50.
- Peláez, L., Toro, A., López, J. y Ramírez, A. (2012). Caracterización del Proceso de Desarrollo de Software en Colombia: Una mirada desde las Pymes productoras. *Revista Académica e Institucional, Páginas de la UCP No. 92 (Julio-Diciembre, 2012)*, 89-98.
- Toro, A. y Gálvez, J. (2016). Especificación de requisitos de software: una mirada desde la revisión teórica de antecedentes. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(19), 108-113.
- Toro, A. y Peláez, L. (2018). Validación de un modelo para el aseguramiento de la calidad del software en MIPYMES que desarrollan software en el Eje Cafetero. *Entre Ciencia E Ingeniería*, 12(23), 84-92.
- Toro-Lazo, A. y Peláez-Valencia, L. (2016). Ingeniería de Requisitos: de la especificación de requisitos de software al aseguramiento de la calidad. Cómo lo hacen las Mipymes desarrolladoras de software de la ciudad de Pereira. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 117-123.
- Torres de Paz, R. (2009). *El proceso de ingeniería de requisitos en el ciclo global del software* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla. Recuperado de <http://www.lsi.us.es/docs/doctorado/memorias/memo-inv-rosa-m-torres.pdf>



Capítulo 4

Análisis del desempeño en la construcción de software basada en Equipos: Caso Universidad de Nariño

Giovanni Hernández Pantoja¹
Sandra Vallejo Chamorro²
Javier Jiménez Toledo³
Jorge Riascos Romero⁴
Sebastián Cárdenas Córdoba⁵

¹ Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Especialista en Gerencia Informática, Corporación Universitaria Remington; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño. Correo electrónico: gihernandez@umariana.edu.co

² Magíster en Gestión de Tecnología Educativa, Universidad de Santander; Especialista en Administración de la Informática Educativa, Universidad de Santander; Ingeniera de Sistemas, Universidad de Nariño. Correo electrónico: Savach210@gmail.com

³ Candidato a Doctor en Ciencias de la Electrónica, Universidad del Cauca; Magíster en Computación, Universidad del Cauca; Ingeniero de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia. Correo electrónico: jajimenez@iucsmag.edu.co

⁴ Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Nariño. Correo electrónico: jriascos10@udenar.edu.co

⁵ Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Nariño. Correo electrónico: brayan.sc2@gmail.com

Resumen

El objetivo del presente artículo es identificar el nivel de desempeño en construcción de software basada en equipos. El trabajo investigativo se realizó bajo el paradigma cuantitativo con un enfoque empírico-analítico de tipo descriptivo. La población estudiada fueron 30 estudiantes de noveno semestre de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño. Como técnicas de recopilación se utilizó la encuesta y el taller; para el análisis de datos, la estadística descriptiva. Como principales resultados se obtuvo que, si bien los estudiantes poseen un conocimiento teórico amplio, éste no es evidenciado completamente en la práctica. Además, variables como Rol, Artefacto y Herramienta fueron escasamente aplicados y enfocados al proceso. Existe ausencia en la recopilación de datos sobre métricas. Esta investigación permite concluir que el desempeño de la población presenta dificultades y aspectos a mejorar en cuanto a la planeación y el proceso; sin embargo, logran entregar un producto software funcional.

Palabras clave: Desempeño, Construcción de Software, Desarrollo por equipos.

Analysis of the performance in the construction of software based on Equipment:

Case Universidad de Nariño

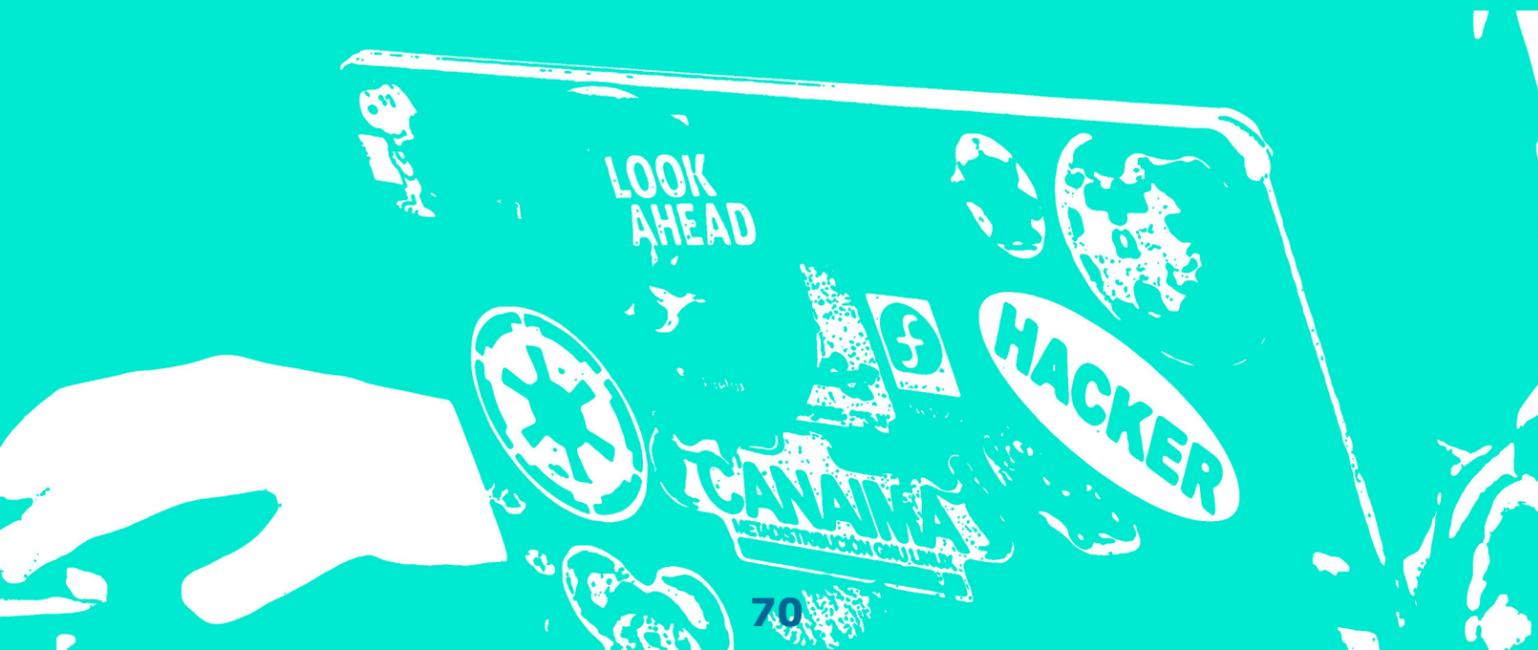
Abstract

The objective of this article is to identify the level of performance in the construction of software based on equipment. The investigative work was carried out under the quantitative paradigm with an empirical-analytical approach of descriptive type. 30 students of ninth semester of Systems Engineering of the University of Nariño were the studied population. The survey and the workshop were used as collection techniques; for data analysis, descriptive statistics. The main results were that although the students possess a broad theoretical knowledge, this is not fully evidenced in practice. In addition, variables such as Role, Artifact and Tool were poorly applied and focused on the process. There is an absence in the collection of data on metrics. This research allows us to conclude that the performance of the population presents difficulties and aspects to improve in terms of planning and the process; however, they manage to deliver a functional software product.

Key words: Performance, Software construction, Team development

1. Introducción

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se han consolidado como una herramienta propicia para potencializar y



transformar la educación, en especial la superior (Kummitha y Majumdar, 2015). En este sentido, las Instituciones de Educación Superior (IES), como responsables del fomento del conocimiento en todos los ámbitos de la sociedad, ven en ellas a un valioso aliado (Dumitru y Enăchescu, 2015). Su uso en estos procesos conlleva modificar enfoques pasivos y tradicionales de la educación superior, y enfrentar el desafío que impone una sociedad informatizada (Lupu y Laurențiu, 2015). En este contexto, las Comunidades Virtuales de Práctica (VCoP por sus siglas en inglés) aparecen como un aporte importante a la innovación académica, introduciendo un cambio tanto en el ámbito de la modalidad -de presencial a virtual-, como en la conceptualización de los procesos de formación de los estudiantes, basados en una cultura de aprendizaje autónomo, colaborativo y de conocimiento compartido, fundamentados en el desarrollo de competencias por medio de la práctica (Kim J., Kim L. y Lee, 2016).

Existen diversos factores que han revolucionado la forma como los estudiantes interactúan con el mundo. Hoy en día es mucho más fácil acceder a la información (Jiménez-Zarco, González-González, Saigí-Rubió y Torrent-Sellens, 2015) a través de medios como Internet, redes sociales y dispositivos móviles, elementos usados de forma cotidiana por los estudiantes, por lo que llevar la educación a estos lugares u objetos es una prioridad que debe aportar a cubrir las exigencias de un mercado globalizado que exige cada día mayor movilidad y agilidad en la información (Dascalu, Bodea, Lytras, Ordoñez y Burlacu, 2014).

La movilidad y agilidad de la información aportada por el sector de las TIC brinda oportunidades únicas para el aumento y evolución de la economía, la política, el sector social y cultural a cualquier país (Robertson, Gilley, Crittenden, V. y Crittenden, W., 2008). Dentro del sector de las tecnologías de la información (TI), la industria del software, al ser blanca, no contaminar y generar fuentes de trabajo bien remuneradas (Narayanan, Jayaraman, Luo y Swaminathan, 2011), interviene de manera importante en la 'nueva economía', dado que algunas firmas -empresas dedicadas a la construcción de software- en América Latina, ya se encuentran posicionadas y compitiendo por este mercado potencial.

Lo anterior abre oportunidades como: demanda de trabajadores profesionales en el desarrollo de software con el salario más competitivo de América Latina, para lo cual se exige que el factor humano sea competente en la mayoría de aspectos involucrados en el desarrollo de software (Federación Colombiana de la Industria de Software y TI, FEDESOFTE, 2014). Con base en las oportunidades laborales que presenta esta industria, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC, s.f.), prevé que para el año 2018, 93.431 profesionales harían falta en la industria TI del país. Este reto obliga a las IES a plantear

alternativas que permitan el acceso a las personas a una formación que avance de, consumidores a productores de software.

La construcción de software es una actividad compleja que actualmente se realiza por equipos que deben dar respuesta a las necesidades crecientes de software en las organizaciones. No obstante, trabajar en equipo tiene un conjunto de factores que inciden al momento de alcanzar los objetivos que esta labor traza; por ejemplo, Putnam (citado por McConnell, 2006) demuestra la forma como incide el número de integrantes en el trabajo en equipo, y cómo en un equipo de desarrollo, agregar más personas a un proyecto que tiene un retraso, provocará un retraso mayor. DeMarco (2001), por su parte, plantea que un equipo con exceso de trabajo, ocupado y sobresaturado, no garantiza efectividad. Existen otros factores que indican en el desempeño de un equipo, como las interrupciones. En trabajos intelectuales como programar, escribir artículos, entre otros, las interrupciones (Parnin y Rugaber, 2011) y formas de comunicación efectiva (Cockburn, 2002), el teletrabajo y la contratación *free lance*⁶, se han convertido en una práctica habitual, por la escasez de mano de obra calificada para el desarrollo de software.

Por todo lo anterior, cobra fuerza la necesidad de desarrollar competencias que permitan a los estudiantes del programa profesional de Ingeniería de Sistemas, construir software a través de equipos de trabajo, como una oportunidad de innovar, no únicamente en la educación, sino en otras áreas del conocimiento.

Existen trabajos investigativos como los realizados por Jiménez-Zarco et al., (2015), Rodríguez, Busco y Flores (2015), quienes proponen una VCoP, como un sistema independiente de gestión del conocimiento, y describen que estas comunidades desempeñan un papel importante en los procesos de innovación, pero no dejan claro cuál es su función particular.

Por otra parte, en los trabajos realizados por Dascalu et al., (2014) se propone componer grupos de aprendizaje efectivos para analizar la forma como aprenden los estudiantes que acceden a los componentes en línea, con base en la teoría de las comunidades de práctica, y logran identificar qué desarrollo de competencias avanza en ellos.

Con relación a los antecedentes revisados, la investigación que sustenta este artículo tiene como similitudes, el uso de una comunidad de práctica como medio para desarrollar competencias en un área específica de conocimiento; establece las competencias y niveles de aprendizaje que se desea alcanzar y se apoya de otros recursos computacionales como las redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje. No obstante, en este trabajo

⁶ Persona cuya actividad consiste en realizar trabajos propios de su ocupación, oficio o profesión, de forma autónoma, para terceros que requieren sus servicios, que generalmente le abonan su retribución, no en función del tiempo empleado, sino del resultado obtenido.

investigativo se presenta como novedad, el clasificar las competencias en tres dimensiones: Conocimientos, Habilidades y Aptitudes. Además, se elaboró una planeación que surge de las competencias que se desea desarrollar, a partir de las cuales se define los niveles de aprendizaje y se utiliza como estrategia, los casos de estudio. Así mismo, se organiza los recursos y su forma de uso, y se permite que la comunidad de práctica se autoorganice y autogestione.

Dada esta problemática, se planteó realizar la investigación que tuvo como objetivo principal, identificar el nivel de desempeño de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, en la construcción de software basada en equipos.

Aún no se ha planteado la formación de una comunidad de práctica que posibilite a un conjunto de estudiantes de Ingeniería de Sistemas, ubicados geográficamente distantes, reunirse en un espacio virtual, donde puedan potencializar colaborativamente su conocimiento, habilidades y actitudes en la construcción de software basada en equipos desde un enfoque ágil, a través del intercambio de experiencias, buenas prácticas y conocimientos entre todos los miembros de la comunidad.

Una comunidad de práctica se define como un grupo de personas que comparten un interés mutuo en un dominio específico, para lo cual participan en un proceso de aprendizaje colectivo. En ella, los miembros (usuarios) son personas con ideas afines, pero geográficamente dispersas; no son pasivos en la construcción de saberes en línea, sino que también los crean y comparten, para desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes en un tema específico de su interés (Rogo, Cricelly y Grimaldi, 2014). Estas comunidades tienen múltiples niveles y tipos de participación: los miembros pueden ser participantes centrales en una comunidad, y al mismo tiempo, ser participantes periféricos en otras. Incluso dentro de una misma comunidad, los miembros pueden ir y venir entre el núcleo y la periferia (Ratzinger-Sakel y Gray, 2015).

En este trabajo, una competencia se comprende como un conjunto de estructuras complejas en las dimensiones cognoscitiva –Conocimientos-, actitudinal –Habilidades- y afectivo-motivacional –Actitudes- (Tobón, 2008) que permiten solucionar problemas propios de la construcción de software basada en equipos. En este sentido, la comunidad de práctica pretende cubrir aspectos no incluidos dentro de la academia, donde, generalmente, se enseña a desarrollar software de manera individual, por imitación y utilizando ejercicios descontextualizados.

2. Metodología

Para el desarrollo del primer objetivo se tomó como fuente de información a los estudiantes de Ingeniería de sistemas de noveno semestre de la

Universidad de Nariño. En primera instancia se socializó el proyecto y se invitó a participar en la comunidad de práctica; posteriormente se realizó una encuesta, con el fin de obtener datos socio-demográficos y académicos de la población, una encuesta de conocimientos previos basada en cinco variables presentes en proyectos de construcción de software basado en equipos, y finalmente se formuló y ejecutó un taller por equipos, cuyo objetivo fue evidenciar el nivel de competencias en la construcción de software. Como resultado se obtuvo un análisis de los datos socio-demográficos y un contraste entre los resultados presentados en la encuesta de conocimientos previos y el taller. Además, los resultados obtenidos permitieron tomar decisiones sobre los temas a estudiar y profundizar en la conformación de la comunidad de práctica.

3. Resultados

Los resultados que se presenta a continuación describen inicialmente a la población objeto de estudio que ha participado en la comunidad virtual de práctica, en el cumplimiento del primer objetivo para identificar el nivel de desempeño de los estudiantes participantes en la construcción de software basada en equipos.

La población objeto de estudio estuvo conformada por treinta estudiantes de noveno semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, que cursaban la materia Ingeniería de Software aplicada. Como punto de partida, se realizó un análisis sociodemográfico; los resultados más relevantes fueron los siguientes:

Del total de la población, la mayor parte de los estudiantes -80 %- pertenecen al género masculino y el 20 % restante, al género femenino, manteniendo la tendencia de género en las carreras de ingeniería. Además, con un poco menos de la mitad, los estudiantes encuestados se encuentran entre las edades de 21 y 22 años. Así mismo, se identifica que el promedio de edad, corresponde a 22,7 años, con una mediana de 22,5 años. La dispersión de los datos es de 1,7 años, lo que indica que las edades tienden a concentrarse a la media. Finalmente, se puede observar que existe una asimetría positiva que indica que la mayor concentración de las edades está a la izquierda de la media. Los datos anteriores permiten inferir que el 50 % de la población objeto de estudio no ha perdido materias en la línea de software. También puede suceder que aquellos estudiantes que superan la media, iniciaron a estudiar con una edad superior a los 18 años o han perdido alguna materia que les ha retrasado el proceso de formación.

Resalta también, que la mayoría de estudiantes son originarios de la ciudad de Pasto, con un poco más de la mitad con relación al total. Se observó que muy pocos estudiantes provienen de un departamento

diferente, y que más de la tercera parte de la población son de diferentes municipios de Nariño.

En cuanto al estrato social, se pudo deducir que casi en su totalidad, los estudiantes se encuentran en los estratos 1 y 2, donde la dispersión de los datos es de 0,91. Además, el coeficiente de asimetría es positivo, así que los datos están concentrados a la izquierda de la media. Los datos anteriores permiten inferir que estos estudiantes residen en los barrios de estratos bajos de la ciudad de Pasto, o provienen de municipios del departamento de Nariño.

Por otra parte, casi todos los estudiantes iniciaron sus estudios en la carrera de Ingeniería de Sistemas en la sede principal de la Universidad de Nariño en Pasto, y únicamente dos ingresaron en las sedes de Túquerres e Ipiales, respectivamente. Además, el 60 % de la población inició la carrera en el año 2013, mientras que el 40 % ingresó entre los años 2009 a 2012. Con los datos suministrados se puede inferir que la mayor parte de la población no ha perdido materias o no se ha atrasado en la línea de ingeniería de software, y la población restante ha perdido materias en esta línea o por diferentes circunstancias ha tenido que postergar la matrícula en materias relacionadas.

Se destaca que el 20 % de la población posee una titulación técnica o tecnológica relacionada con las TIC, y la mayoría no posee una titulación de este tipo. En cuanto a las actividades que los estudiantes proyectan realizar en cinco años, se destaca actividades relacionadas con el desarrollo de software, donde casi la tercera parte, en relación con el total de estudiantes, recae sobre esta alternativa. En actividades del campo empresarial, principalmente destinados a la creación de empresa, casi otra tercera parte de la población se inclina por esta opción. Y finalmente, la tercera parte restante se inclina por actividades de estudios de postgrado y de proyectos de investigación, además de diferentes actividades laborales en el área de las TIC.

Posteriormente, se procedió a la aplicación de un formulario dividido en diferentes variables involucradas en el desarrollo de software desde el trabajo en equipo (Etapa, Rol, Artefacto, Lineamiento y Herramienta), que permitió conocer, desde el concepto personal de los estudiantes, su relación con el desarrollo de software y su nivel de conocimiento. Luego se hizo un taller para contrastar sí los conocimientos teóricos coincidían con su desempeño práctico.

Después de terminado este proceso y analizar los datos en contraste a cada variable analizada, se pudo observar que en cuanto a Etapa, el mayor porcentaje de la población conocía e identificaba cada una de las etapas de desarrollo de software con sus respectivas actividades;

sin embargo, en los resultados del taller se pudo observar que menos de la mitad de los equipos de trabajo definió etapas y actividades; por ejemplo, en su totalidad, la población afirmó conocer el concepto de etapa inicial de desarrollo y sus actividades, pero, en general, una minoría de los equipos realizaron actividades pertenecientes a una etapa inicial en el taller. En la etapa de cierre los estudiantes tuvieron un concepto preciso de las actividades que comúnmente se realiza para agregar valor a un producto software; además, en el taller se evidenció que todos los equipos de trabajo en la etapa de cierre llevaron a cabo la entrega de un producto software, teniendo en cuenta que las actividades realizadas correspondían a una pequeña porción de las identificadas en la encuesta.

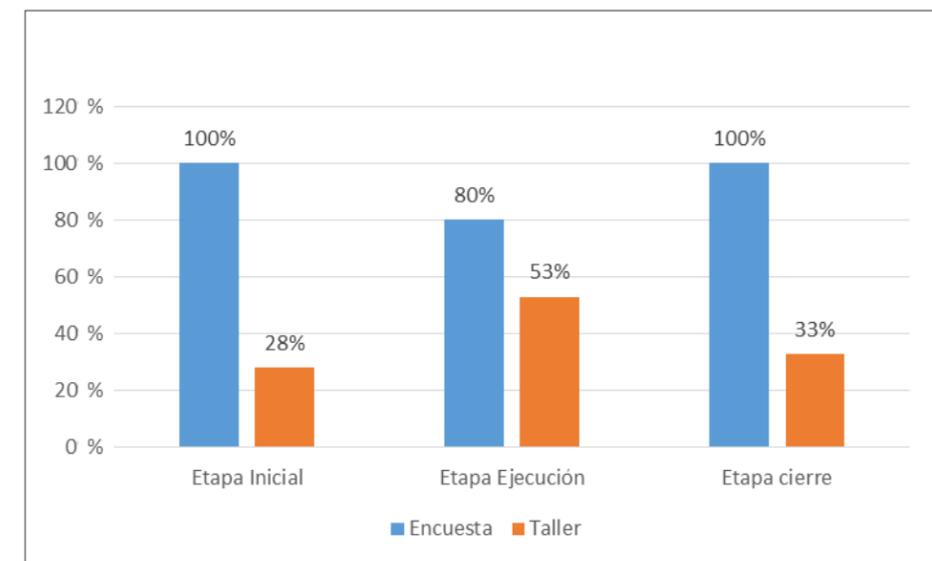


Figura 1. Contraste encuesta-taller Variable Etapa.

En cuanto a la variable de Rol, como se observa en la Figura 2, la mayoría de los estudiantes afirmaron conocer y diferenciar los tipos de roles asociados a un proyecto de desarrollo de software, además de haber identificado las funciones asociadas a cada rol; no obstante, en el taller únicamente la cuarta parte de los equipos de trabajo participantes definieron roles de trabajo para su desarrollo (Figura 2).

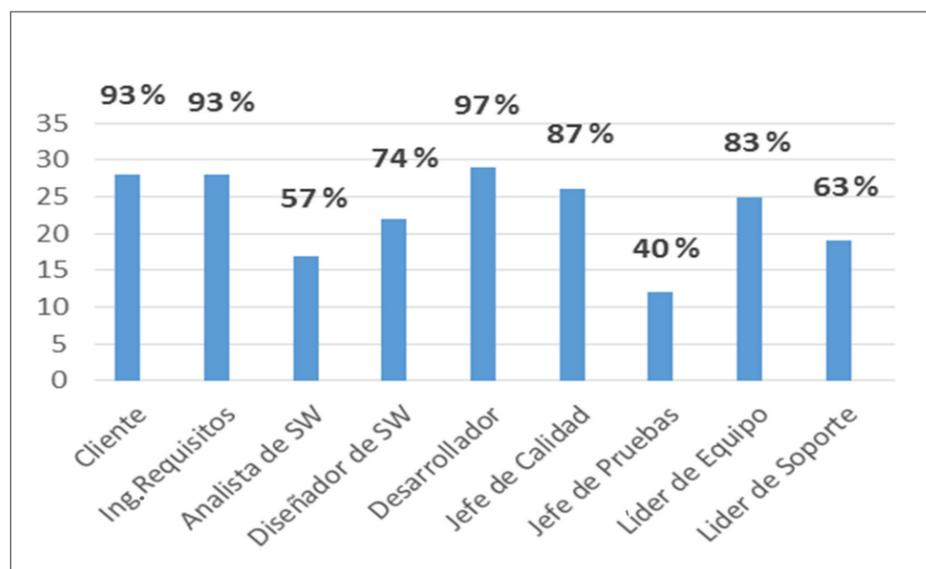


Figura 2. Porcentaje de identificación de roles en construcción de Software.

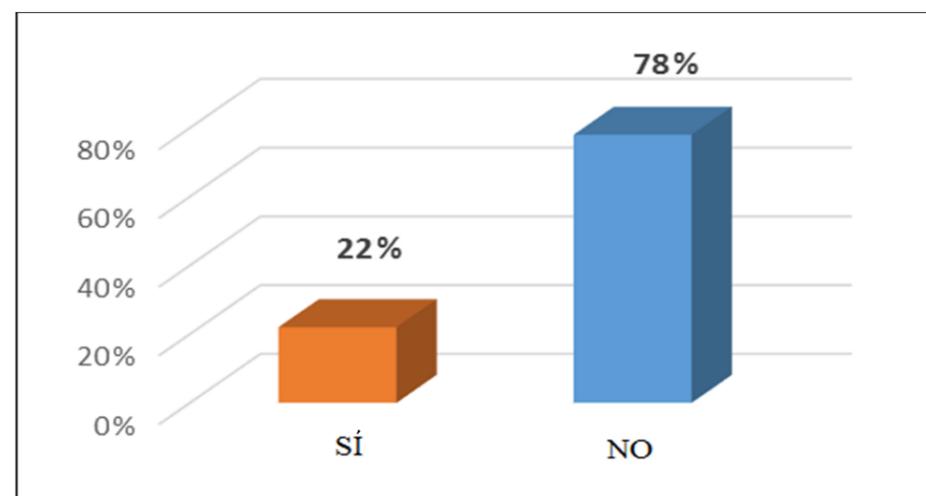


Figura 3. Porcentaje de equipos de trabajo que realizaron una especificación de roles en el taller.

En cuanto a la variable 'Artefacto', la población demostró en la encuesta que, en mayor proporción, conocía e identificaba el concepto de Artefacto dentro de un proyecto de desarrollo de software en las etapas iniciales y de ejecución, como se observa en la Figura 4. Pero en la etapa de cierre, los estudiantes no tuvieron clara la definición y el tipo de artefactos que se debe entregar en esta etapa de desarrollo.

Adicionalmente, se observó que, en la etapa inicial del taller, solo pocos de los equipos de trabajo entregaron los artefactos relacionados con

esta etapa. En la etapa de ejecución, prácticamente la mitad realizó los artefactos pertinentes y, por último, ningún equipo realizó la entrega de un artefacto que respaldara la etapa de cierre.

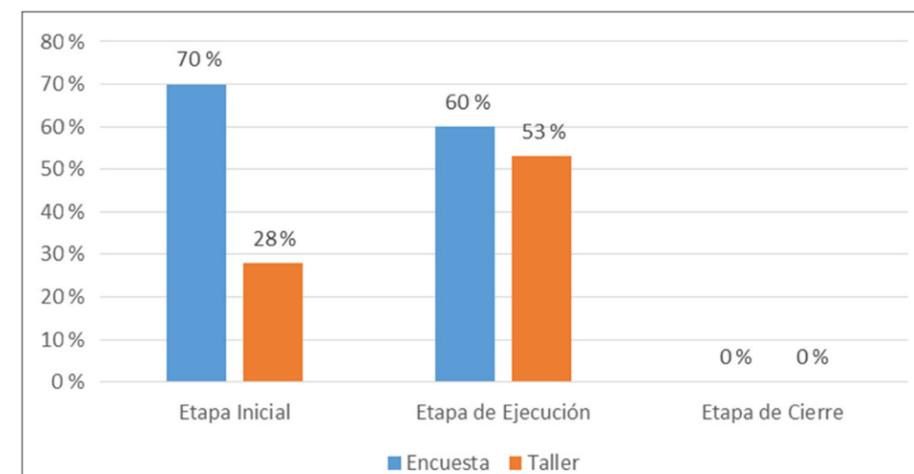


Figura 4. Contraste de la variable Artefacto durante las tres etapas.

En el análisis de la variable 'Lineamiento' se encontró que, a diferencia de las otras variables, la mayoría de los estudiantes tenían un concepto erróneo de un lineamiento en construcción de software, siendo la etapa de ejecución en la que presentó menor participación afirmativa; por otra parte, la mitad de la población tuvo un concepto cercano en cuanto a lineamiento se refiere en la etapa de cierre. En los resultados del taller se observó que ninguno de los equipos de trabajo se basó en un lineamiento para la construcción del producto software propuesto. (Figura 5).

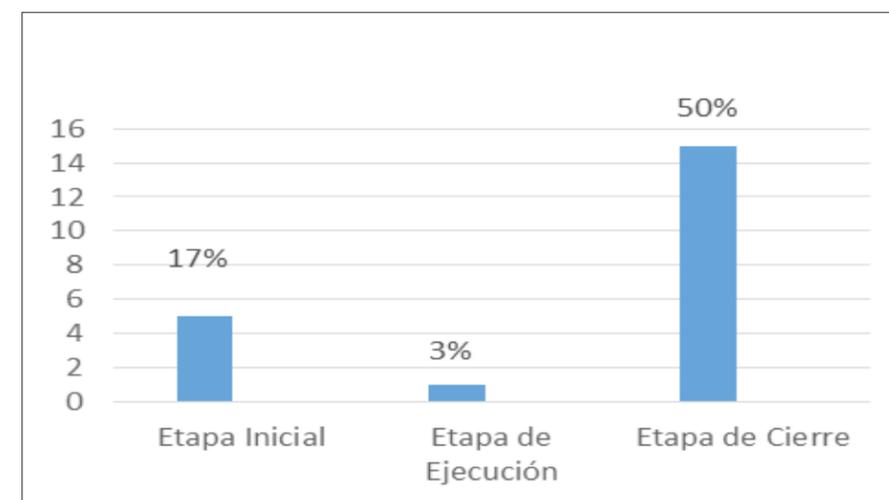


Figura 5. Población que identifica el concepto de lineamiento en las distintas etapas de desarrollo.

Finalmente, se analizó la variable 'Herramienta', donde al igual que en la mayoría de las variables, la población de estudio conocía diferentes herramientas para utilizar en cada fase y actividad del proceso de desarrollo de software. En el taller, los equipos utilizaron principalmente herramientas para el diseño y codificación del producto software centrándose en la etapa de ejecución, y solo una minoría utilizó herramientas que correspondían al soporte de otras fases del proceso de desarrollo.

Además, como se observa en la Figura 6, solo una pequeña porción de la población afirmó conocer sobre herramientas de gestión de proyectos de software, como por ejemplo JIRA, herramienta ágil de gestión de proyectos, compatible con cualquier metodología ágil. Sin embargo, ninguno de los equipos utilizó este tipo de herramientas en el desarrollo del taller. En cuanto a este último punto, todos los grupos se concentraron en utilizar herramientas de diseño y codificación.

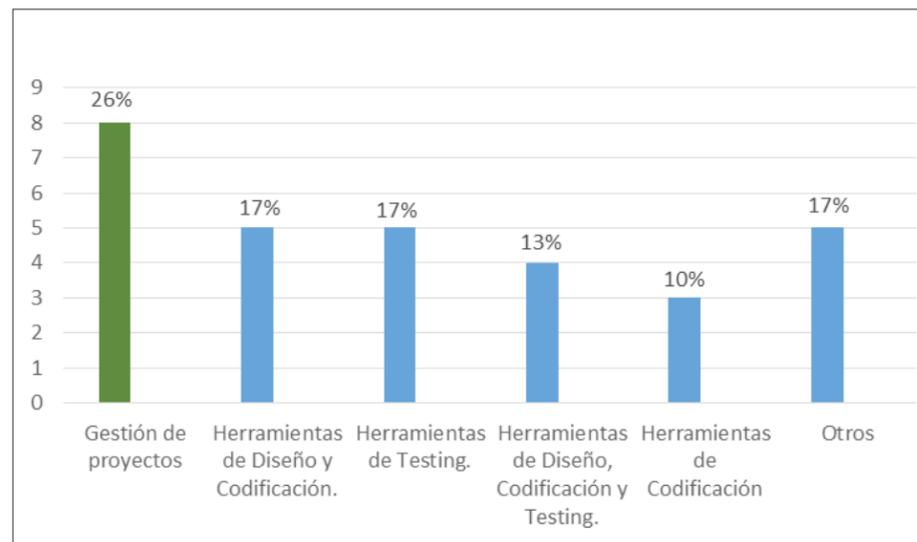


Figura 6. Porcentaje de tipos de herramientas conocidas por los estudiantes.

4. Discusión

A partir de los resultados obtenidos en cada una de las variables analizadas (etapa, rol, lineamiento, artefacto y herramienta) se logró hacer un contraste entre los conocimientos y las aptitudes que tienen los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño, cuando construyen software en equipo.

En la variable 'Etapa' se encontró que los estudiantes poseen un conocimiento alto en cuanto a las fases y actividades que deben desarrollar cuando construyen software en equipo. No obstante, se logró evidenciar que los

conocimientos no logran llevarlos a la práctica, principalmente con la planeación, organización y evaluación del trabajo. Estos resultados pueden obedecer al contexto en el que se realizó el taller, debido a que los equipos colocaron como propósito principal, hacer el producto software, obviando fases importantes dentro de la gestión de la construcción de software en equipo.

En cuanto a la variable 'Rol', la población logró identificar los roles y características en un proyecto de construcción de software, a excepción de los roles 'Analista de Software' y 'Jefe de Pruebas', en donde menos de la mitad de la población reconoció este papel dentro de un equipo de desarrollo. En el taller se evidenció que consideraron innecesario asignar a los integrantes del equipo un rol para apoyar labores que no necesariamente estuvieran relacionadas con el proceso de software.

La información obtenida a partir del análisis de los datos para la variable 'Artefacto', permitió identificar que la población no pudo elaborar entregables diferentes a los del proceso de software en la etapa de ejecución. Este resultado hizo posible comprobar que el hacer de los equipos se centra en la ejecución; es decir, en realizar actividades que les permitan aportar únicamente a la codificación del software.

Para los lineamientos, el conocimiento y las aptitudes de los equipos permiten evidenciar que existe un vacío con relación a utilizar elementos que posibiliten recopilar información del desarrollo de software, para analizarla y evaluarla con el fin de tomar decisiones informadas.

Finalmente, los resultados de la variable 'Herramienta' permiten observar que, tanto el conocimiento como las aptitudes de la población están enfocados en herramientas de diseño y codificación de la etapa de ejecución del proceso de construcción de software. No obstante, se identifica que una parte de la población conoce sobre herramientas para la gestión de proyectos, pero el uso no se hace visible en la práctica.

Por todo lo expuesto, es importante resaltar que los estudiantes tienen un dominio conceptual elevado de la mayoría de las variables analizadas en la investigación, pero al poner en práctica estos conocimientos presentan dificultad; por lo tanto, es importante que en el programa se implemente estrategias que les permitan transformar el conocimiento conceptual en propuestas prácticas para desarrollar y fortalecer las competencias en construcción de software. Además, se destaca la tendencia de no llevar a la práctica el fundamento teórico en construcción de software para todas las variables analizadas. Esta situación podría estar influenciada por la forma en que se plantea proyectos de software en materias relacionadas con la construcción de software, en la cual se privilegia el desarrollo

de competencias para la etapa de ejecución o la carencia de espacios académicos que propicien perfeccionarlas.

Por otra parte, se observa que la población logra entregar un producto software a partir de unos requerimientos específicos. Sin embargo, se deja de lado aspectos importantes como la gestión del proyecto, administración del proceso, uso de métricas, entre otros. Además, es importante motivar e incentivar a los estudiantes al trabajo en equipo, que les permita proporcionar y distribuir las actividades entre los integrantes, mediante casos de estudio que se pueda encontrar en un contexto real.

5. Conclusiones

Existe claridad conceptual sobre los elementos que intervienen en un proceso de construcción de software; estos no se ven completamente reflejados en la práctica, ya que en mayor medida, los equipos de trabajo se enfocan en la etapa de ejecución del proyecto.

Los equipos de trabajo son capaces de entregar un producto software, cumpliendo con parámetros de funcionalidad, pero, a su vez, existe una deficiencia en cuanto a la gestión del proyecto en equipo, excluyendo actividades esenciales en la planificación, organización y evaluación.

Existe una tendencia a comprender la construcción de software como una actividad perteneciente a la etapa de ejecución, es decir, el proceso de software, y se carece de una visión global de proceso que permita agregar valor.

Las condiciones actuales de la investigación permiten dar inicio a una transformación del conocimiento y habilidades en construcción de software, por medio de la conformación de una comunidad virtual de práctica, como un espacio alternativo para desarrollar y perfeccionar competencias en construcción de software, desde enfoques ágiles y basados en equipos de trabajo.

Referencias

- Cockburn, A. (2002). Effectiveness of different modes of communication. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/14-Effectiveness-of-different-modes-of-communication_fig8_235616359
- Dascalu, M., Bodea, C., Lytras, M., Ordoñez, P. & Burlacu, A. (2014). Improving e-learning communities through optimal composition of multidisciplinary learning groups. *Computers in Human Behavior*, 30, 362-371. DOI: 10.1016/j.chb.2013.01.022
- DeMarco, T. (2001). *Slack: Getting Past Burnout, Busywork and the Myth of Total Efficiency*. Oregon, Estados Unidos: Broadway Books.

- Dumitru, D. & Enăchescu, V. (2015). Communities of Practice as a Mean for Decentralization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 187, 752-756.
- Federación Colombiana de Industria del Software y TI (FEDESFT). (2014). Informe de Caracterización del Sector de Software en Colombia. Recuperado de <https://mega.nz/#!J0IyzLZI!jPSzsnNDRaNP7tMTvzAZDnXQ16Vvh31MQqrLWve9mjk>
- Jiménez-Zarco, A., González-González, I., Saigí-Rubió, F. & Torrent-Sellens, J. (2015). The co-learning process in healthcare professionals: Assessing user satisfaction in virtual communities of practice. *Computers in Human Behavior*, 51(2), 1303-1313.
- Kim, J., Kim, L. & Lee, H. (2016). Third-party mobile app developers' continued participation in platform-centric ecosystems: An empirical investigation of two different mechanisms. *International Journal of Information Management*, 36(1), 44-59.
- Kummitha, R. & Majumdar, S. (2015). Dynamic curriculum development on social entrepreneurship – A case study of TISS. *The International Journal of Management Education*, 13(3), 260-267.
- Lupu, D. & Laurențiu, A. (2015). Using New Communication and Information Technologies in Preschool Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 187, 206-210.
- McConnell, S. (2006). *Software Estimation. Demystifying the Black Art*. Washington, United States of America: Microsoft Press.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC). (s.f.). Plan Vive Digital para la Gente. Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-8247_recurso_4.pdf
- Narayanan, S., Jayaraman, V., Luo, Y. & Swaminathan, J. (2011). The antecedents of process integration in business process outsourcing and its effect on firm performance. *Journal of Operations Management*, 29(1-2), 3-16.
- Parnin, C. & Rugaber, S. (2011). Resumption strategies for interrupted programming. *Software Quality Control*, 19(1), 5-34.
- Ratzinger-Sakel, N. & Gray, G. (2015). Moving toward a learned profession and purposeful integration: Quantifying the gap between the academic and practice communities in auditing and identifying new research opportunities. *Journal of Accounting Literature*, 35(C), 77-103.
- Robertson, C., Gilley, M., Crittenden, V. & Crittenden, W. (2008). An analysis of the predictors of software piracy within Latin America. *Journal of Business Research*, 61(6), 651-656.

Rodríguez, D., Busco, C. y Flores, R. (2015). Information technology within society's evolution. *Technology in Society*, 40, 64-72.

Rogo, F., Cricelli, L. & Grimaldi, M. (2014). Assessing the performance of open innovation practices: A case study of a community of innovation. *Technology in Society*, 38, 60-80.

Tobón, S. (2008). La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo. Recuperado de [https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20\(Sergio%20Tob%C3%B3n\).pdf](https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20(Sergio%20Tob%C3%B3n).pdf)

Capítulo 5

Aplicación del algoritmo k-medias para la extracción de características en imágenes de cultivos de arveja

Carlos Felipe Obando Santacruz¹
Jhonny Gabriel Chamorro Caicedo²
Mario Fernando Jojoa Acosta³
Robinson Andrés Jiménez Toledo⁴

¹ Estudiante Facultad Ingeniería, Programa Ingeniería de Sistemas. Correo electrónico: carloobando@umariana.edu.co

² Estudiante Facultad Ingeniería, Programa Ingeniería de Sistemas. Correo electrónico: jhchamorro@umariana.edu.co

³ Profesor Facultad Ingeniería, Programa Ingeniería de Sistemas. Correo electrónico: mfjojoa@umariana.edu.co

⁴ Profesor Facultad Ingeniería, Programa Ingeniería de Sistemas. Correo electrónico: rjimenez@umariana.edu.co

Resumen

Dado que los suelos son parte fundamental y esencial en los cultivos en general, poder determinar sus características de manera visual, permite realizar un diagnóstico de sus condiciones. Este procedimiento es realizado en la actualidad de forma manual, mediante tablas de colores Munsell. Esta investigación está enfocada en la necesidad de mejorar los procedimientos ejecutados por los campesinos y profesionales que trabajan en el gremio agrícola, principalmente quienes se especializan en los cultivos de arveja; por esta razón, el trabajo se centrará en el uso de un algoritmo de agrupamiento o *clustering* llamado *k-means*, el cual es utilizado para encontrar los grupos más similares entre sí, y diferentes de los demás en una imagen, para de esta forma agruparlos y aplicarlos en imágenes de prueba sobre los suelos de cultivos de arveja del departamento de Nariño, Colombia, con el fin de poder clasificarlos y posteriormente, basándose en las tablas de colores de Munsell, determinar las características del suelo.

Palabras clave: Agrupación, Tablas de Munsell, Clasificar, Suelo.

Application of the k-means algorithm for the extraction of characteristics in images of pea crops

Abstract

Given that soils are a fundamental and essential part of crops in general, being able to determine their characteristics in a visual way allows us to make a diagnosis of the conditions they possess. This procedure is currently carried out manually, using Munsell color tables. This research is focused on the need to improve the procedures executed by farmers and professionals working in the agricultural sector, mainly those who specialize in pea crops; for this reason, the work will focus on the use of a clustering algorithm called k-means, which is used to find the most similar groups among themselves, and different from the others in an image, in order to group them and apply them in test images on pea cultivation soils in the department of Nariño, Colombia, in order to classify them and later, based on the Munsell color tables, determine their characteristics.

Key words: Clustering, Munsell Tables, Sort, Soil.

1. Introducción

Los suelos son parte fundamental y esencial en los cultivos en general y tienen características que a simple vista se puede notar, pero no solo basta con conocer su textura, sino también su color, el cual es muy importante para identificar sus propiedades, por lo cual poder determinar visualmente sus características permite realizar un diagnóstico de las condiciones que éste posee. Actualmente este procedimiento se realiza

de manera manual mediante las tablas de colores Munsell, las cuales ofrecen un método demasiado simple para poder facilitar la clasificación de los suelos; éstas usan tres elementos esenciales para realizar un diagnóstico: Matiz, Valor y Cromo.

La investigación se orienta hacia la necesidad de mejorar este procedimiento, ejecutado por los campesinos y profesionales del departamento de Nariño que trabajan los cultivos de arveja, y debido a que el departamento es uno de los principales productores de arveja del país. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, citado por el Departamento Nacional de Planeación, DNP, 2015), Nariño “produce un promedio de 48.264 toneladas anuales, que representan el 55,2 % de la producción nacional” (párr. 1). En este orden de ideas, la investigación pretende mejorar los procesos que contribuyen en la cultivación de esta planta, en donde se tendrá en cuenta el color del suelo como factor fundamental para poder determinar las condiciones que éste posee, mediante el uso de la técnica de detección de color K-Means.

Para determinar las condiciones del suelo es necesario el uso del algoritmo de agrupamiento o *clustering* llamado K-medias, uno de los algoritmos más simples, que produce k agrupaciones separadas de n puntos originales, los cuales están dentro de un grupo determinado que se considera más parecido o similar entre sí, que los demás puntos que pertenecen a otros grupos. Con este algoritmo se pretende segmentar imágenes de prueba con los suelos de los cultivos de arveja para poder extraer características como el color predominante, y posteriormente compararlas con las tablas de colores Munsell, que ayudarán a establecer un diagnóstico sobre las cualidades que posee el suelo, como: aireación, drenaje y contenido de materia orgánica, y con estos definir si el suelo es óptimo para los cultivos de arveja (Villalba, Jiménez y Paredes, 2017).

Un antecedente que fundamenta esta investigación fue el trabajo realizado por Montoya, Cortés y Chaves (2014) en la Universidad Tecnológica de Pereira, quienes, utilizando imágenes digitales y la visión por computadora para el reconocimiento de frutas, lograron su clasificación, y generaron un resultado positivo, considerando únicamente parámetros como el nivel de gris en las imágenes.

2. Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó la metodología de agrupar los píxeles de una imagen RGB (por sus siglas en inglés: Red, Green, Blue). Los píxeles que pertenezcan a un grupo determinado serán más similares en color de píxeles en comparación con otros grupos de píxeles. Usando OpenCV, Python y k-medias:

```
from sklearn.cluster import KMeans
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import argparse
import utils
import cv2
```

Figura 1. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Primero se importa los paquetes que se necesita, como *scikit-learn*, que es una implementación de *k-medias*; también se utiliza *Matplotlib*, que ayuda a visualizar las imágenes y colores más dominantes. Para el análisis de los argumentos de líneas de comando se utilizó 'Agruparse' y, para finalizar, se importó *cv2*, el cual es el paquete que tiene los encajes de *Python* a la librería de *OpenCV*.

```
# construct the argument parser and parse the arguments
ap = argparse.ArgumentParser()
ap.add_argument("-i", "--image", required = True, help = "Path to the image")
ap.add_argument("-c", "--clusters", required = True, type = int,
                help = "# of clusters")
args = vars(ap.parse_args())
```

Figura 2. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

En esta parte se analiza los argumentos de línea de comando: *--imagen* que determina la ruta donde se encuentra nuestra imagen y *-clusters*, los cuales establecen el número de grupos que se necesita generar.

```
# load the image and convert it from BGR to RGB so that
# we can display it with matplotlib
image = cv2.imread(args["image"])
image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
```

Figura 3. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Ahora se carga la imagen fuera del disco, para posteriormente ser convertida de BGR (*Blue, Green, Red*) a color RGB, ya que *OpenCV* representa imágenes como multi-dimensiones *NumPy* matrices, lo que ocasiona que las imágenes sean almacenadas en orden BGR y no en RGB, que es lo que se requiere. Para solucionar este problema se usa *cv2.cvtColor* Función.

Por medio de *matplotlib* se puede enseñar las imágenes en pantalla:

```
# show our image
plt.figure()
plt.axis("off")
plt.imshow(image)
```

Figura 4. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Para el desarrollo del objetivo de generar k grupos de n puntos de datos, se debe dar forma a la imagen, la cual debe ser una lista de pixeles en lugar de una matriz de pixeles.

```
# reshape the image to be a list of pixels
image = image.reshape((image.shape[0] * image.shape[1], 3))
```

Figura 5. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

En esta parte del código solamente se cambia la gama *NumPy* a una lista de pixeles RGB. Ahora, con el uso de k-medias, se encuentra los colores dominantes en la imagen.

```
# cluster the pixel intensities
clt = KMeans(n_clusters = args["clusters"])
clt.fit(image)
```

Figura 6. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Se utiliza *scikit-learn* para la implementación de k-medias, lo cual ayuda a evitar la re- aplicación del algoritmo. En esta parte se crea una instancia *KMeans* que proporciona el número de grupos que se desea generar; por último, se llama a *fit*, el cual da los grupos de la lista de pixeles.

Para definir los colores dominantes en la imagen es necesario definir dos funciones que ayudan en el proceso:

```
# import the necessary packages
import numpy as np
import cv2

def centroid_histogram(clt):
    # grab the number of different clusters and create a histogram
    # based on the number of pixels assigned to each cluster
    numLabels = np.arange(0, len(np.unique(clt.labels_)) + 1)
    (hist, _) = np.histogram(clt.labels_, bins = numLabels)

    # normalize the histogram, such that it sums to one
    hist = hist.astype("float")
    hist /= hist.sum()

    # return the histogram
    return hist
```

Figura 7. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Ahora, como se aprecia en la Figura 7, este método define la *centroid_histogram*, la cual toma un parámetro: *clt*, objeto de agrupamiento k-medias que se crea en *color_kmean.py*.

Este algoritmo de k-medias asigna a cada pixel de la imagen el grupo más cercano; se selecciona el número de grupos y posteriormente se crea un

histograma con el número de pixeles asignado a cada grupo. Por último, el histograma se resume en uno solo, el cual se retorna.

En síntesis, lo que hace esta función es contar el número total de pixeles que pertenecen a cada grupo.

```
def plot_colors(hist, centroids):
    # initialize the bar chart representing the relative frequency
    # of each of the colors
    bar = np.zeros((50, 300, 3), dtype = "uint8")
    startX = 0

    # loop over the percentage of each cluster and the color of
    # each cluster
    for (percent, color) in zip(hist, centroids):
        # plot the relative percentage of each cluster
        endX = startX + (percent * 300)
        cv2.rectangle(bar, (int(startX), 0), (int(endX), 50),
                       color.astype("uint8").tolist(), -1)
        startX = endX

    # return the bar chart
    return bar
```

Figura 8. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Para la segunda función *plot_colors* se requiere dos parámetros: *hist*, que es el histograma generado anteriormente por *centroid_histogram* función, y *centroids*, el cual es la lista de centroides, o centro de los grupos generados por el algoritmo de k-medias.

En la parte de *bar* en el método es donde se define un rectángulo de pixeles cuyo objetivo es mantener los colores dominantes de la imagen.

Se empieza un bucle sobre la contribución de color y porcentaje para posteriormente dibujar el porcentaje de color que contribuye a la imagen y se retorna este porcentaje. El objetivo de esta función es simple: generar una figura que indique cómo se asigna el número de pixeles a cada grupo, el cual se basa en la salida de la función *centroid_histogram*.

```
# build a histogram of clusters and then create a figure
# representing the number of pixels labeled to each color
hist = centroid_histogram(clt)
bar = plot_colors(hist, clt.cluster_centers_)

# show our color bart
plt.figure()
plt.axis("off")
plt.imshow(bar)
plt.show()
```

Figura 9. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

Una vez definidas estas dos funciones, son agregadas de manera conjunta; en *hist* se cuenta el número de pixeles que se asigna a cada

grupo, seguido de *bar*, que es donde se visualiza el número de píxeles asignados a cada grupo.

Para la ejecución del *script* se digitó el siguiente comando:

```
# python color_kmeans.py --image images/jp.png --clusters 3
```

Figura 10. Algoritmo K-means (OpenCV-Python, 2017).

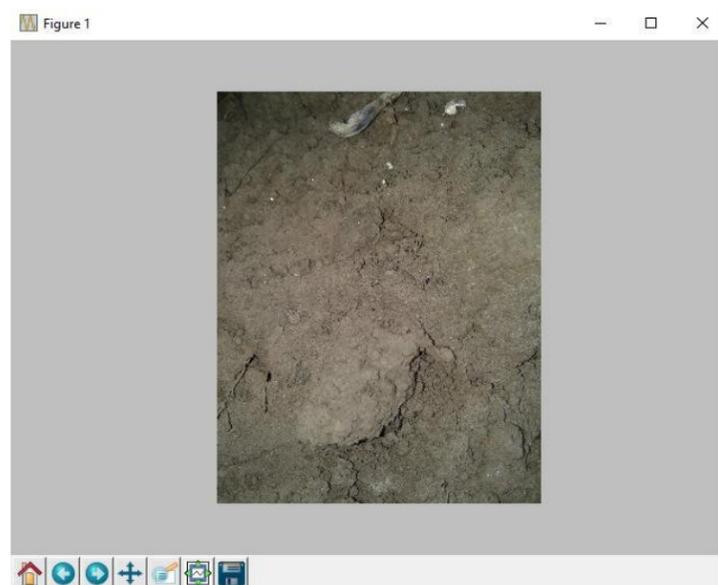


Figura 11. Muestra 1 del algoritmo K means (OpenCV-Python, 2017).

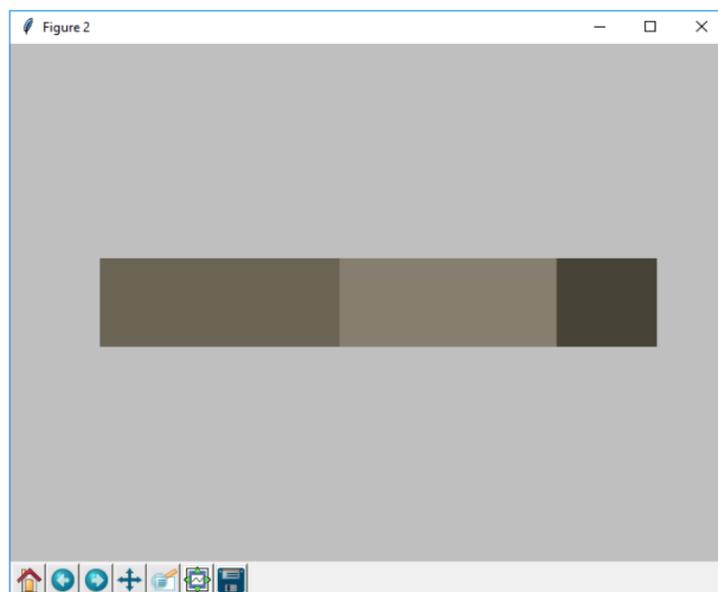


Figura 12. Muestra 1 del algoritmo K means (OpenCV-Python, 2017).

Se observa que se generó tres grupos, también llamados *clusters*, los cuales fueron especificados en la línea del comando, donde se aprecia que el *cluster* dominante es el que se encuentra al lado izquierdo de la imagen, y también se aprecia el menos dominante.

3. Resultados

Fue posible el desarrollo de un módulo de segmentación de imágenes de los suelos de cultivos de arveja en el departamento de Nariño, en este caso en la vereda de Funes. Con las imágenes digitales obtenidas y con base en la técnica *clustering* que permite validar el color dominante al encontrar agrupamientos de forma que los objetos de un grupo sean similares entre sí y diferentes de los objetos de otros grupos que poseen dichas imágenes, se puede realizar un diagnóstico de las condiciones que tiene el suelo, al comparar el resultado obtenido con las tablas de color Munsell.

Las siguientes imágenes muestran la configuración de los parámetros de inicialización del algoritmo K-means y algunos datos que permiten evaluar su funcionamiento. En las imágenes se muestra resultados del proceso de *clustering* donde aparece un color representativo del *cluster* al que pertenece:

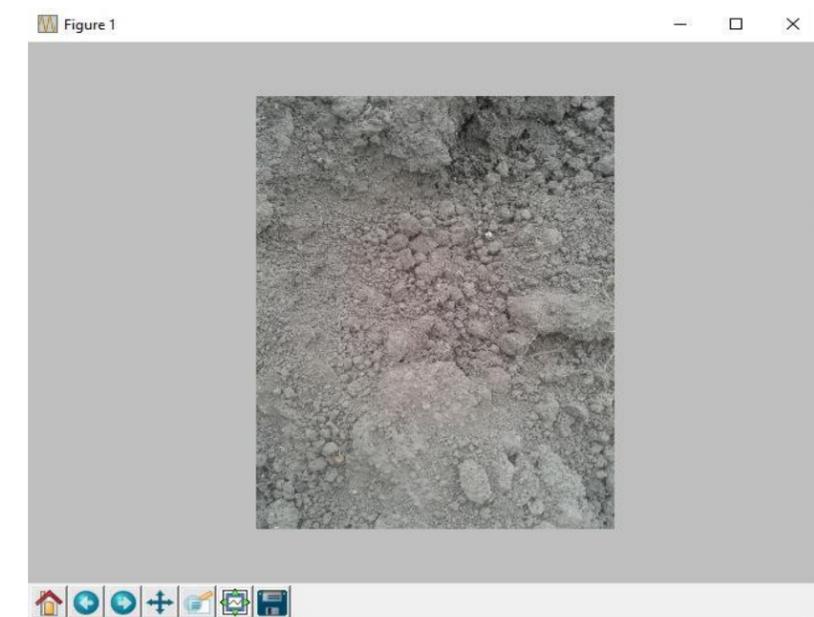


Figura 13. Muestra 2 del algoritmo K means en el cultivo de arveja.

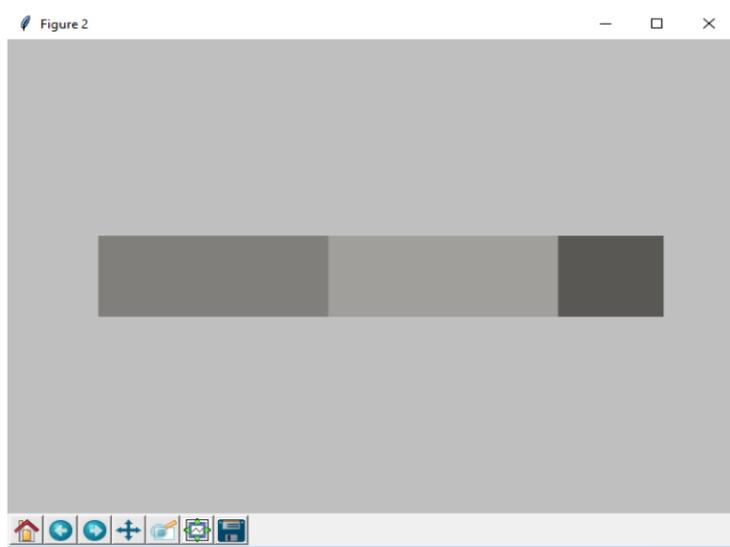


Figura 14. Muestra 2 del algoritmo K means.

Value Chroma	1.7/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/
/1								
/2								
/3								
/4								
/6								
/8								

Hue 5 Y

Figura 15. Tabla de color Munsell.

El procedimiento que se realizó para el uso de la Tabla Munsell consiste en asociar el color que se obtiene mediante el algoritmo *k-means* de la muestra, con cada uno de los matices (Hue). Una vez seleccionada, se logra determinar que el suelo presentó un matiz (Hue) de 5 Y, con un valor (Value) de 5/ y un croma (Chroma) de /1.

	Hue 5 Y							
Value Chroma	1.7/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/
/1	black 2/1	3/1		4/1	gray 5/1	6/1	7/1	light gray 8/1
/2	olive black 2/2	3/2		4/2	grayish olive 5/2	6/2	7/1	8/2
/3				dark 4/3	5/3	olive... 6/3	light... 7/3	pale... 8/3
/4				olive 4/4	olive 5/4	...yellow 6/4	...yellow 7/4	...yellow 8/4
/6					5/6	6/6	7/6	yellow 8/6
/8						6/8	7/8	8/8

Figura 16. Tabla de color Munsell.

Posteriormente se identifica el nombre del color en una página opuesta, con lo cual se encuentra que el resultado es: $5/1$, que corresponde, según las Tablas de Munsell, al color gris, el cual, de acuerdo con Gómez (2013):

Puede ser indicativo del ambiente anaeróbico. Este ambiente ocurre cuando el suelo se satura con agua, siendo desplazado o agotado el oxígeno del espacio poroso del suelo. Bajo estas condiciones, las bacterias anaeróbicas utilizan el Fe^{3+} presente en minerales como la goetita y la hematita como un aceptor de electrones en su metabolismo. (p. 34).

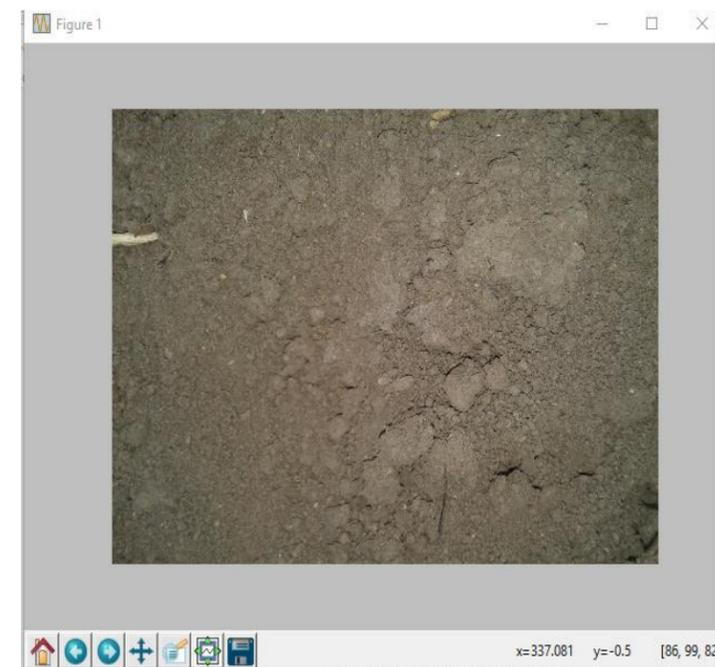


Figura 17. Muestra 3 del algoritmo K means del suelo del cultivo de arveja.

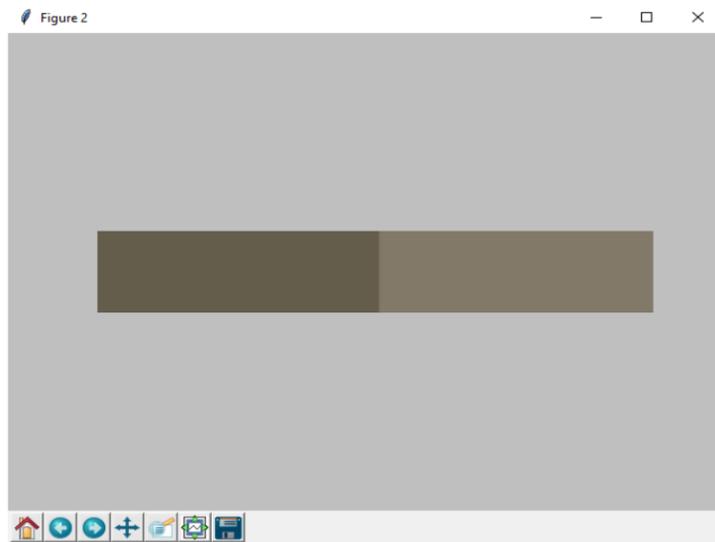


Figura 18. Muestra 3 del algoritmo K means. Cantidad de clúster 2.

Value Chroma	1.7/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	
/1									
/2									
/3									
/4									
/6									
/8									

Hue 2.5 YR

Figura 19. Tabla de color Munsell.

El procedimiento que se realizó para la tercera muestra fue el mismo, al asociar el color que se obtuvo mediante el algoritmo k-means de la muestra con cada uno de los matices (Hue) de las tablas de Munsell. Una vez identificado el matiz de la muestra se logró determinar que el suelo presentó un matiz (Hue) de 2.5 YR, con un valor (Value) de 6/ y un croma (Chroma) de /2.

	Hue 2.5 Y							
Value	1.7/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/
Chroma								
/1	black 2/1	brownish... 3/1	yellowish gray 4/1 5/1		6/1	light gray 7/1 8/1		
/2		...black 3/2	dark grayish yellow 4/2 5/2		grayish yellow 6/2 7/2		8/2	
/3		dark olive brown 3/3	olive 4/3	yellowish... 5/3	dull... 6/3	light... 7/3	pale... 8/3	
/4			brown 4/4	...gray 5/4	...yellow 7/3	...yellow 7/4	...yellow 8/4	
/6			4/6	5/6	bright 6/6	yellowish 7/6	8/6	
/8					brown 6/8	7/8	yellow 8/8	

Figura 20. Tabla de color Munsell.

Posteriormente se identificó el nombre del color en una página opuesta, con lo cual se obtuvo como resultado, 6 / 2 que corresponde, según las tablas de Munsell, al color amarillo grisáceo.

El color amarillo a marrón amarillento claro según Gómez (2013) "por lo general, es indicativo de meteorización bajo ambientes aeróbicos (oxidación), Se relaciona con condiciones de media a baja fertilidad del suelo. Se asocia con la presencia de Óxidos hidratados de Fe³⁺" (p. 34).

Al obtener el color dominante en las anteriores imágenes mediante el uso de *clustering* del algoritmo *k-means* como técnica estadística para la extracción de características de los suelos, se logró realizar un diagnóstico de las condiciones que estos poseen, con la ayuda de las tablas de color Munsell, que es una forma precisa de medir parámetros entre colores, permiten deducir diferentes características de la tierra y determinar que parámetros son óptimos para el cultivo de arveja.



Figura 21. El color del suelo y su estimación.

Fuente: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/14/137610>

4. Conclusiones

En la actualidad, con las tecnologías en crecimiento, surge la necesidad de automatizar procesos que resultan ser poco ortodoxos y en algunos casos poco prácticos; una buena solución a esta problemática son los métodos informáticos; un buen ejemplo de ello es el uso de las tablas de Munsell para la clasificación de los suelos, debido a que el análisis por medio de la visión humana no resultaría tan preciso como un análisis de imágenes hecho por computadora. Este proceso manual se ha hecho durante muchos años mediante el uso de tablas impresas; esta investigación logró cambiar esta metodología por una más práctica y a su vez más precisa.

OpenCV, *Python* y *k-medias* son herramientas muy importantes que ayudaron a encontrar los colores dominantes en las imágenes de suelos para el desarrollo de la investigación, y de esta manera poder determinar las condiciones de drenaje, aireación y contenido de materia orgánica del suelo en los cultivos de arveja.

Analizando las necesidades de mejoramiento en procesos referentes a los cultivos, se intuye que el trabajo a realizar ayudará tanto a personas que lo usen con fines educativos, como a aquéllas relacionadas directamente con el cultivo de arveja.

Con las características extraídas de las imágenes se facilita la clasificación de suelos mediante la tabla de colores de Munsell, la cual brinda parámetros exactos de drenaje, aireación y contenido de materia orgánica, ideales para comprobar la calidad o fertilidad de un suelo, y si las condiciones son idóneas para el cultivo de arveja en sí.

Referencias

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2015). Arveja, de Pasto para Colombia. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Paginas/Arveja,-de-Pasto-para-Colombia.aspx>

Gómez, J. (2013). *Manual de prácticas de campo y de laboratorio de suelos*. Recuperado de http://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/2785/1/practicas_campo_laboratorio_suelos.pdf

Montoya, C., Cortés, J. y Chaves, J. (2014). Sistema automático de reconocimiento de frutas basado en visión por computador. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*, 22(4), 504-516.

Villalba, J., Jiménez, R. y Paredes, L. (2017). Implementación de un sistema de análisis de datos en la deserción estudiantil utilizando técnicas de Big Data para facilitar la estructuración de planes de mejoramiento de la Universidad Mariana. *Boletín Informativo CEI*, 4(2), 179-184. Recuperado de <http://ojseditorialumariana.com/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/1403>

Capítulo 6

Propuesta Basada en Scrum, Peopleware y Software Libre: Caso Universidad de Nariño

Geovany Stiven Vitery Salazar¹
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja²
Álvaro Alexander Martínez Navarro³
Herman Jair Gómez Palacios⁴
Robinson Andrés Jiménez Toledo⁵

¹ Magíster en Software Libre, Universidad Autónoma de Bucaramanga; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño; Ingeniero Líder de Proyecto, Universidad de Nariño. Correo electrónico: gevisa82@hotmail.com

² Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Especialista en Gerencia Informática, Corporación Universitaria Remington; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño. Profesor Asociado, Universidad Mariana (Nariño, Colombia). Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: gihernandez@umariana.edu.co

³ Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Especialista en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Mariana. Profesor Asociado, Universidad Mariana (Nariño, Colombia). Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: amartinez@umariana.edu.co

⁴ Magíster en Ingeniería de Software; Especialista en Gerencia de Proyectos en Construcción de Software, Universidad Mariana; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño. Profesor Auxiliar, Universidad Mariana (Nariño, Colombia). Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: hjgomez@umariana.edu.co

⁵ Magíster en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia. Profesor Asociado, Universidad Mariana (Nariño, Colombia). Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: rjimenez@umariana.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta la consolidación de una metodología para el soporte, mantenimiento y construcción de software, basada en Scrum, Peopleware y apoyada por herramientas de software libre en el Centro de Informática (CI) de la Universidad de Nariño. Esta investigación fue de corte cuantitativo, con un enfoque empírico-analítico de tipo descriptivo y propositivo. La población objeto de estudio fue la Universidad de Nariño, específicamente el CI. Los principales resultados fueron la comparación de los elementos metodológicos del proceso de software del CI y Scrum. Con base en la comparación, se logró plantear una propuesta basada en Scrum y Peopleware, soportada por Kunagi. El trabajo permite concluir que en el CI no se evidencia un método que propicie el trabajo en equipo. Las principales similitudes entre el proceso de software del CI y Scrum, son: pila de producto, *done* y *development team*. La principal diferencia fue la ausencia de métricas.

Palabras clave: Construcción de Software, Peopleware, Scrum.

Proposal Based on Scrum, Peopleware and Free Software: Case Universidad de Nariño

Abstract

This work presents the consolidation of a methodology for the support, maintenance and construction of software, based on Scrum, Peopleware and supported by free software tools, in the Computer Center (CI) of the Universidad de Nariño. This research was quantitative, with an empirical-analytical approach of a descriptive and propose type. The study population was the Nariño University, specifically the CI. The main results were the comparison between the methodological elements of the software process of CI and Scrum. From on the comparison, it was possible to do a proposal based on Scrum and Peopleware, supported by Kunagi. The work allows to conclude that there isn't evidence of a method that encourages teamwork in the CI. The main similarities between the software process of CI and Scrum are: product backlog, *done* and *development team*. The main difference was the absence of metrics.

Key words: Software Development, Peopleware, Scrum.

1. Introducción

Las empresas, en cuanto a operación o funcionamiento se refiere, han venido avanzando en los diferentes factores que intervienen en el momento de construir software, aspecto relevante para determinar el éxito o fracaso de los proyectos. Según el *Standish Group* (2015), para el

año 2015, del total de proyectos de construcción de software evaluados para identificar el porcentaje de éxito, el 29 % finalizaron con éxito; un 52 % fueron catalogados como cuestionables, ya que tuvieron desfases en el tiempo, presupuesto, características y funcionamiento del software, o en alguna combinación de las anteriores; y un 19 % fracasaron. En este informe se puede apreciar que se ha mantenido estable la tasa de éxito de los proyectos en los últimos años. El panorama para el país y la región está relacionado con los datos del caos manifiesto, y puede ser más desalentador.

Por otra parte, la construcción de software es una actividad compleja que actualmente se realiza por equipos, los cuales deben dar respuesta a las necesidades crecientes de software en las organizaciones. No obstante, trabajar en equipo tiene un conjunto de factores que inciden al momento de alcanzar los objetivos que esta labor traza. Putnam (citado por McConnell, 2006) logra demostrar que cuando el tamaño del equipo crece por encima de un grupo de personas, el esfuerzo se aumenta, pero el tiempo del proyecto, no se reduce. DeMarco y Lister (1999) plantean que un equipo con exceso de trabajo, ocupado y sobresaturado no es garantía de mayor efectividad y, además, no permite visualizar mayores beneficios para un proyecto. Así mismo, Brooks (1995), a partir de la experiencia, éxito y fracaso en el desarrollo de software, logra concluir que, en un equipo de desarrollo, agregar más personas a un proyecto que tiene un retraso, provocará un retraso mayor. En trabajos intelectuales, como programar, escribir artículos, entre otros, las interrupciones son un mal que afecta enormemente a la productividad. Parnin y Rugaber (2011) hicieron un estudio sobre las interrupciones, siendo la conclusión más destacada, que lo normal es que a un programador le lleve de 10 a 15 minutos volver al estado de concentración previo al haber sido interrumpido. Otro aspecto fundamental que incide en la productividad y desempeño de un equipo de trabajo es la comunicación; los estudios realizados por Cockburn (2002) permiten establecer que la forma más efectiva de comunicación corresponde a mantener al equipo interactuando en un sitio, frente a un tablero, formulando y respondiendo cuestionamientos e interrogantes.

La construcción de software es un proceso conformado por pasos ordenados para solucionar un problema, elaborando un producto software como parte de ésta. Este proceso se categoriza como complejo, por la gran cantidad de factores que inciden en el desarrollo. Así mismo, el método que se utilice para la gestión de la construcción de software se basa en metodologías ágiles y tradicionales que permiten estructurar un marco de trabajo para el ciclo de vida del proyecto, pero muchas veces, dentro de las organizaciones, por la dinámica o sus particularidades, estos procesos se ven entorpecidos por factores independientes al uso o no de una metodología, situación que

se hace evidente en el CI de la Universidad de Nariño, que actualmente cuenta con un grupo de seis a siete ingenieros, los cuales tienen a su cargo el desarrollo, mantenimiento y soporte de todas las aplicaciones que funcionan, y los nuevos requerimientos solicitados por las diferentes unidades académico-administrativas de la Universidad, en donde, cada funcionario es responsable de un proyecto en particular, como sostiene Castillo, director del CI, en entrevista realizada en el año 2016.

Igualmente, manifiesta que cuando un ingeniero renuncia al cargo, en ocasiones no se cubre la vacante, y las funciones y responsabilidades son transferidas al personal existente, generando sobrecarga laboral con consecuencias como estancamientos y retrasos en la producción de software. Este aspecto está generando una alta rotación del personal del CI. Para la vinculación de nuevo personal, éste tiene que llegar a aprender en el ejercicio de sus funciones; es decir, no existen procesos y procedimientos claramente definidos como lineamientos sobre el quehacer de los ingenieros para la gestión en la construcción de software. Esta novedad acarrea como consecuencia, una prolongación en la curva de aprendizaje del funcionario para iniciar a ser productivo en el CI. Además, la falta de recopilación de datos para establecer indicadores de desempeño en el desarrollo del software, hace que las decisiones no sean informadas, sino basadas en la experiencia y en la percepción del director del CI.

Por otra parte, según el director, el aseguramiento de la calidad de los productos software que se construye en el CI, se simplifica a la prueba-error, donde el mismo programador y el cliente son quienes detectan los defectos; tampoco se lleva una bitácora de registro de los defectos detectados y el tratamiento que se les ha dado. Estos errores son corregidos en la marcha, evidenciando la ausencia de versionamiento en los diferentes productos desarrollados. En cuanto a la documentación de los productos software, el director afirma que hay un bajo porcentaje de manuales de usuario y programador, que distan de la realidad, por los cambios continuos que se hace al software y la falta de actualización de los mismos. La práctica que se está utilizando para hacer mantenimiento al software consiste en analizar el código y determinar cuál es su funcionalidad, para comprender el dominio y proseguir con el mantenimiento o desarrollo. Además, expresa que existen sistemas antiguos que fueron desarrollados de forma aislada e independiente por funcionarios que ya no están en el CI, que hasta la fecha no han podido ser actualizados e integrados al sistema de información de la Universidad, lo que genera desgaste administrativo y redundancia en la ejecución de procesos y de la información que estos gestionan, lo que se refleja en retrasos al momento de presentar informes a los entes de control y en la generación de información para la toma de decisiones oportuna y eficiente en pro del cumplimiento de las metas de la Universidad.

Los síntomas descritos hacen presencia porque el trabajo de los ingenieros en el CI es individual; no existe una forma de trabajo claramente establecida; el desempeño obedece a la experiencia y conocimiento de quién esté realizando el soporte, mantenimiento o nuevo desarrollo. Estas causas derivan una alta carga laboral para los ingenieros, debido a que en el CI, todos los requisitos de usuario por desarrollar son urgentes, expresa Castillo.

Lo anterior permite diagnosticar que el CI de la Universidad de Nariño está desprovisto de una forma de trabajo estratégica y claramente definida, que le permita gestionar el proceso de soporte, mantenimiento y construcción de software, para dar respuesta a las unidades académico-administrativas en los requerimientos cambiantes y urgentes. De continuar con la problemática, la Universidad, a través de estas unidades se verá relegada en el uso de la tecnología como un aliado estratégico para ayudar al cumplimiento de sus funciones sustantivas; el CI tenderá a perder importancia como unidad que articula e integra los procesos de negocio de la universidad con la infraestructura tecnológica. Al continuar trabajando de esta manera, por los avances tecnológicos y por las necesidades crecientes de software en el mundo actual, se necesitará más personal, lo que se verá reflejado en el incremento de los costos de operación del Centro. Asimismo, las unidades académico-administrativas de la Universidad tendrán mayores requisitos de información que, al no ser satisfechos por el CI, se verán expuestas a la toma de decisiones sin contar con información, o a subcontratar personal que apoye estas labores, traduciéndose en un incremento del costo de operación.

Para el desarrollo de la investigación se encontró trabajos investigativos orientados a describir la experiencia de haber utilizado Scrum en la construcción de un producto software, como: Bannerman, Hossain y Jeffery (2012); May, Morales, Marrufo y Martín (2013), que permitieron identificar aciertos y dificultades en la aplicación de los principios definidos en Scrum en la elaboración de software. Otro espacio investigativo explorado fue la revisión de trabajos que evaluaron las prácticas de trabajar con Scrum en empresas de la industria de software, como: Hernández, Martínez, Argote y Coral (2015); De Souza et al. (2014); Martínez, Ramón y Bertone (s.f.); Colla (2012); Vlaanderen, Jansen, Brinkkemper y Jaspers (2011).

Los antecedentes consultados evidenciaron un camino investigativo con aportes para las organizaciones que desean adoptar Scrum como parte de la forma de trabajo, definir el soporte teórico de la propuesta y, al mismo tiempo, mostrar una brecha investigativa dado que ninguno de ellos aborda *Peopleware* como elemento para intervenir la complejidad de trabajar en equipo construyendo software.

La construcción de software hace referencia a un proceso conformado por pasos ordenados para solucionar un problema u obtener un producto, específicamente un producto software que se utilizará para resolver un problema planteado. Este proceso puede convertirse en algo complejo, lo cual depende de sus características y alcance. En este sentido, una metodología para la construcción de software es el conjunto de técnicas, procedimientos, métodos, herramientas y soportes documentados para el diseño y desarrollo de software, que debe definir con precisión roles, actividades, prácticas y técnicas, para adaptarlas al proyecto (Gómez, Hernández, Martínez, Argote y Jiménez, 2017).

De acuerdo con Schwaber y Sutherland (2016), Scrum es un marco de trabajo mediante el cual las personas pueden intervenir problemas complejos adaptativos, a la vez que entregan productos del máximo valor posible en forma productiva y creativa. Scrum se enfoca en agregar valor a los procesos de negocio de los clientes mediante la verificación continua, adaptación e innovación.

Para DeMarco y Lister (1999) *Peopleware* es un enfoque que plantea cómo realizar la gestión de la complejidad del trabajo en equipo cuando se construye software, estableciendo estrategias para lograr equipos eficientes y efectivos.

Teniendo en cuenta el camino teórico que fundamenta la construcción de software utilizando una metodología ágil como Scrum y la gestión de la complejidad del trabajo en equipo, se planteó como propósito principal en el trabajo de investigación que soporta este artículo, consolidar una metodología para el soporte, mantenimiento y construcción de software basada en Scrum, *Peopleware* y apoyada por herramientas de software libre, en el CI de la Universidad de Nariño. Para alcanzar este fin, en una primera fase se caracterizó los elementos metodológicos del proceso de soporte, mantenimiento y construcción de software del CI y los definidos en el marco de trabajo Scrum. Posteriormente se realizó un análisis comparativo de los elementos metodológicos del proceso de construcción de software del CI y los de Scrum. Finalmente, se formuló una propuesta de trabajo basada en Scrum, *Peopleware* y apoyada por herramientas de software libre para el CI.

Este trabajo investigativo es interesante porque al caracterizar los elementos metodológicos del proceso de construcción de software del CI de la Universidad de Nariño y los definidos en el marco de trabajo Scrum, se conoce y analiza la realidad actual sobre la forma de trabajo del CI, lo que permitirá tener un panorama claro y amplio sobre la dimensión

del proceso de soporte, mantenimiento y desarrollo de software, y de los recursos técnicos y humanos involucrados.

Esta investigación es útil, ya que al realizar una comparación entre los elementos metodológicos del proceso de construcción de software del CI y los de Scrum, se logra identificar cuáles son las actividades, elementos, procesos o pasos que existen en común, definiendo cómo se puede involucrar a Scrum gestionado por herramientas de software libre en el CI, de manera dinámica, eficiente y con un impacto mínimo en su aplicación, cuyo proceso es descrito en una propuesta basada en este marco de trabajo, como herramienta importante y estratégica para el proceso de negocio de esta dependencia, en donde el contar con una metodología ágil ajustada a las características y contexto del CI, posibilitará el cumplimiento en tiempos de desarrollo y calidad del software que soporta los requerimientos cambiantes y urgentes que están inmersos en los procesos de las diferentes unidades académico-administrativas. Además, se puede contar con indicadores para la toma de decisiones por parte del director, las cuales ya no estarán basadas únicamente en su experiencia y percepción.

Este trabajo es novedoso ya que hasta el momento no se ha realizado ningún estudio que permita caracterizar los elementos metodológicos de soporte, mantenimiento y construcción de software del CI de la Universidad de Nariño, y la formulación de una propuesta que los integre con los lineamientos dados por el marco de trabajo Scrum, incorporando técnicas de *Peopleware* y determine el nivel de aporte de herramientas de software libre a este proceso, dejando una base para futuras investigaciones o estudios, en donde se quiera integrar elementos de otras metodologías en pro de entregar productos con el máximo valor posible, de manera productiva y creativa.

Este documento comienza con la descripción de la metodología, explicando la forma como se desarrolló la investigación. Posteriormente, se muestra los resultados obtenidos y se hace una discusión acerca de algunas consideraciones y reflexiones frente a los hallazgos y, finalmente, se presenta las conclusiones.

2. Metodología

Para cumplir con el primer objetivo se tuvo como fuente primaria de información, a los funcionarios del CI de la Universidad de Nariño. Para recopilar los datos se aplicó una encuesta. Los datos recolectados fueron analizados mediante estadística descriptiva. Los instrumentos de recolección de información en todo el proyecto fueron validados con la técnica de juicio de expertos. Como resultado se obtuvo un documento con la caracterización de los elementos metodológicos del CI.

El segundo objetivo tomó como fuente primaria de información, el documento con la caracterización elaborado en el primer objetivo y los referentes teóricos de Scrum, a partir de los cuales se realizó un análisis documental. El resultado alcanzado fue una matriz de comparación de los elementos metodológicos del proceso de construcción de software del CI con los de Scrum.

El tercer objetivo tomó como fuente primaria de información, la matriz construida en el segundo objetivo y los referentes teóricos de *Peopleware*, a partir de los cuales se realizó un análisis documental y se elaboró una propuesta metodológica. El resultado alcanzado fue un documento con las adopciones de la propuesta.

3. Resultados

Los resultados que a continuación se presenta, describen inicialmente a la población de informantes que participaron en la validación de la propuesta metodológica, y se detalla sus percepciones de acuerdo con las variables. La población encuestada estuvo conformada por siete funcionarios del Centro de Informática de la Universidad de Nariño (CI).

Como se puede observar en la Tabla 1, el 71,4 % de los funcionarios encuestados pertenecen al género masculino y el 28,6 % al género femenino.

Tabla 1. Distribución de funcionarios por género

Categoría	FO - Frecuencia Observada	Frecuencia Observada (%)
Masculino	5	71,4
Femenino	2	28,6
Total	7	100

La Tabla 2 permite identificar que la mayoría de los funcionarios encuestados superan la edad de 26 años, lo cual indica que el personal tiene ya algunos años de experiencia en la profesión, factor que puede ser importante al momento de lograr los objetivos misionales de la dependencia.

Tabla 2. Distribución de funcionarios por edad

Rango	FO - Frecuencia Observada	Frecuencia Observada (%)
26 y 30	3	42,9
31 y 35	1	14,3
> 35	3	42,9
Total	7	100

En la Tabla 3 se indica el tiempo en años que los funcionarios han trabajado en el CI; se puede observar que la rotación del personal no es alta, debido a que la mayoría han venido laborando más de dos años en la dependencia, pero es importante aclarar que éste es el grupo que permanece después de ser, al menos, doce empleados.

Tabla 3. Distribución de funcionarios por tiempo de trabajo

Rango (años)	FO - Frecuencia Observada	Frecuencia Observada (%)
Menos de 1 año	1	14,2
Entre 1 y 2 años	2	28,6
Entre 2 y 3 años	1	14,2
Entre 3 y 5 años	1	14,2
Más de 5 años	2	28,6
Total	7	100

En cuanto al cargo que desempeña cada uno de los funcionarios, no existe unicidad y claridad en la denominación; probablemente obedezca a las múltiples funciones que cumple cada empleado, impidiéndole reconocer la actividad principal que realiza.

En la Tabla 4 se puede observar que el tiempo que los funcionarios llevan desempeñando el cargo, es el mismo que llevan trabajando en la dependencia, lo que permite identificar que no han existido cambios en la organización del equipo de trabajo.

Tabla 4. Distribución de funcionarios por tiempo de desempeño en el cargo

Rango (años)	FO - Frecuencia Observada	Frecuencia Observada (%)
Menos de 1 año	1	14,2
Entre 1 y 2 años	2	28,6
Entre 2 y 3 años	1	14,2
Entre 3 y 5 años	1	14,2
Más de 5 años	2	28,6
Total	7	100

El CI cuenta con un 57,1 % de funcionarios con nivel de formación profesional y un 42,9 % con nivel de especialización. Esta información permite establecer el grado de preparación con que cuenta el personal para asumir los diferentes retos de cara al avance tecnológico, y también

es una oportunidad para definir roles, aprovechando los conocimientos especializados o específicos adquiridos en los diferentes niveles de formación del personal.

El análisis de la información recopilada en relación con los indicadores Etapa, Actividad, Rol, Artefacto, Herramienta y Lineamiento permitió establecer que para el caso de las etapas, la mayoría están enmarcadas dentro del proceso de ejecución, y descuidan las de planeación, organización y evaluación correspondientes a la gestión de software. En cuanto a las actividades, siguen el mismo patrón y se enfocan en la obtención rápida de los requerimientos de los usuarios, para continuar con la codificación y, una vez terminado el producto, integrarlo al sistema en producción, muchas veces sin pruebas y sin la generación de documentos que soporten el proceso realizado. Tampoco hay una definición clara de los roles en la dependencia; simplemente, todos desempeñan funciones comunes a la Ingeniería de Sistemas, que no se ajustan a un cargo específico, generando muchas veces duplicidad y desgaste administrativo. Al no realizar una gestión del proceso de desarrollo de software, cada quien es su propio líder, ejecutor y evaluador, dificultando la generación estandarizada de entregables o artefactos, lo cual se pudo evidenciar claramente al indagar sobre este punto, en donde nuevamente los pocos artefactos generados son enmarcados en la fase de ejecución, a criterio del funcionario.

Por otra parte, se identificó el uso de herramientas como *frameworks*, gestores de bases de datos, editores de texto, entre otros, y en menor grado aquéllas que contribuyen con la gestión de proyectos de software en todas sus fases, haciendo difícil el seguimiento a variables tan importantes como el tiempo, recursos y manejo de indicadores para la toma de decisiones basadas en criterios reales y medibles. De ahí que al indagar sobre el uso de métricas dentro del proceso de desarrollo, soporte y mantenimiento de software se pudo constatar que no se maneja, posiblemente debido a que en dicho proceso no se almacena información relevante que permita establecer indicadores, para posteriormente analizarlos y así determinar acciones en pro de mejorar continuamente la calidad de los productos y servicios ofrecidos por la dependencia.

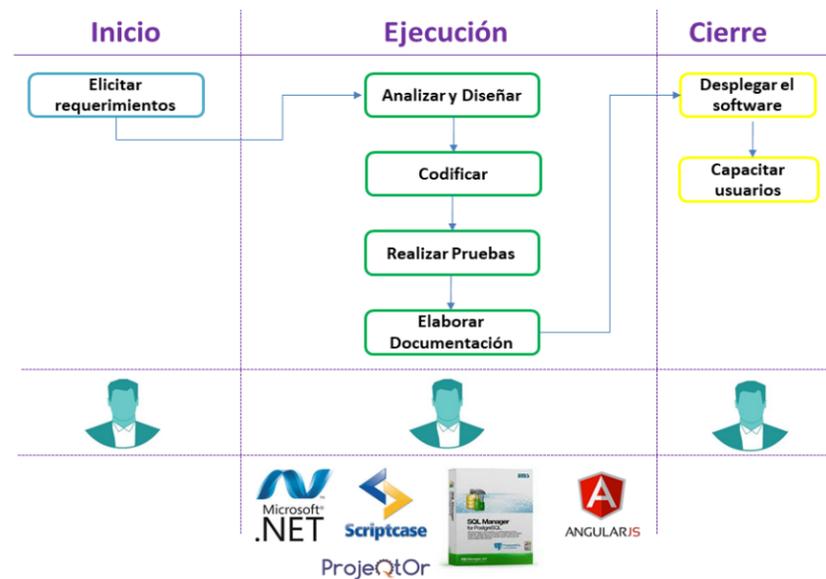


Figura 1. Síntesis del proceso de soporte, mantenimiento y construcción de software.

Al realizar el análisis comparativo de los elementos metodológicos del CI y el marco de trabajo Scrum (Ver Figura 2), se pudo evidenciar que son muy pocos los puntos en los que hay una similitud y, por el contrario, existen muchas diferencias. Para el caso de la variable 'Etapa', es común al inicio, trabajar en la especificación de los requisitos del software cuando los usuarios y desarrolladores definen el producto software a producir. Posteriormente se realiza la codificación, pero a diferencia de Scrum, no se hace entregas parciales y frecuentes del producto, sino que, al finalizar el desarrollo se aplica pruebas, se despliega la solución y se presenta al cliente/usuario. Tampoco se hace retroalimentación en el proceso, o lo que se conoce en Scrum como revisión y retrospectiva, cuyo objetivo es hacer un autoanálisis de cómo se está trabajando, identificando fortalezas y debilidades para tomar correctivos a tiempo.

Para el indicador 'Actividad', la única similitud encontrada fue la definición de requerimientos que en Scrum se denomina como el *Product Backlog*; por lo demás, el trabajo se centra en actividades propias de la fase de ejecución como diseño de base de datos, de interfaces, codificación y despliegue, a diferencia de Scrum, donde el proceso se enfoca en actividades que permitan planificar y organizar el trabajo, tales como definición de roles, tareas, elaboración de artefactos como el *sprint backlog* y la estimación de las necesidades.

Para el indicador 'Rol', la única similitud asociada con Scrum es el rol del *Development team*, ya que en el CI no hay una definición clara de los roles, y los funcionarios son multifuncionales.

En el indicador 'Artefacto', la semejanza más clara con Scrum es la del *Product Backlog*, con la lista de requerimientos que el funcionario del CI obtiene a través de reuniones con los interesados. En lo relacionado con métricas, no se evidencia una definición explícita y especificada que permita evaluar el proceso de creación, soporte y mantenimiento del software.

En cuanto al indicador 'Lineamiento', no hay similitudes porque no se recopila datos, ni se define métricas que permitan evaluar el desarrollo, soporte y mantenimiento del software a cargo de la dependencia.

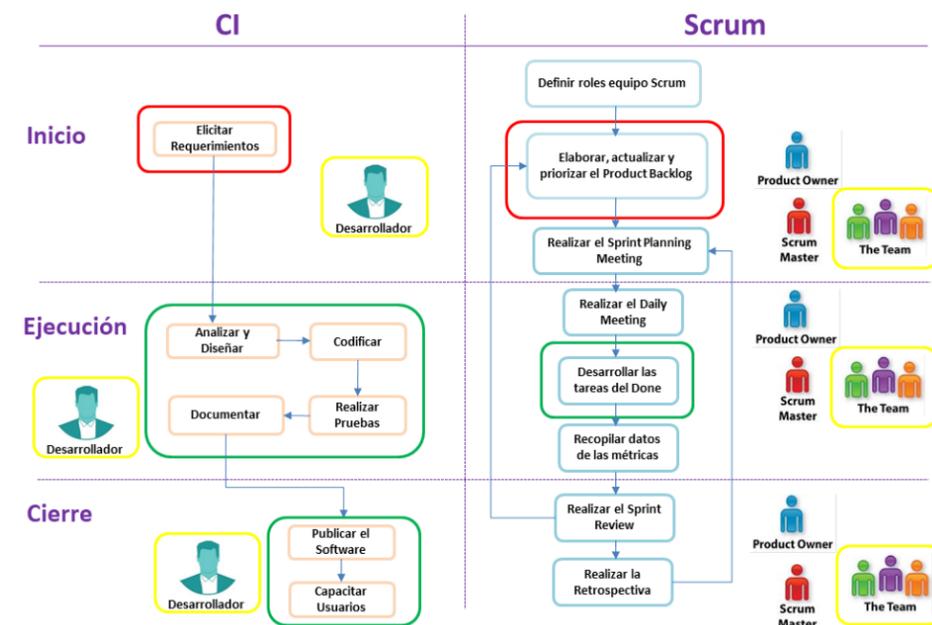


Figura 2. Contraste proceso CI y Scrum.

Para determinar qué herramienta de software libre utilizar como soporte a la gestión de Scrum, inicialmente se realizó la evaluación de *Kunagi*, *ScrumPy*, *Sprintometer*, *Icescrum* y *Ganttproject*, utilizando OAM-F/OSS (*Open appraisal model for free and open source software*) planteado por Jiménez (2016, citado por López, 2017), modelo abierto conformado por cuatro fases: Planeación, Ejecución, Verificación y Selección.

El modelo plantea unos requisitos iniciales que debe tener en cuenta el evaluador, como contar con los manuales de usuario e instalación de las herramientas, instalar las herramientas en entornos de prueba utilizando sistemas anfitriones o máquinas virtuales y tener comunicación con los funcionarios encargados del proceso que la herramienta pretende sistematizar, con el objetivo de obtener información.

En la Tabla 5 se puede observar las puntuaciones obtenidas por cada una de las herramientas en cada criterio de evaluación (TC) con el correspondiente ponderado (VF).

Tabla 5. Valoración final de la evaluación de las herramientas de software libre

Criterio	Ponderación (%)	Herramientas evaluadas									
		Kunagi		Scrumpy		Sprintometer		Icescrum		GanttProject	
		TC	VF	TC	VF	TC	VF	TC	VF	TC	VF
Aceptación/ Usabilidad	20	34	13.6	23	9.2	33	13.2	30	12.0	35	14.0
Administración	10	15	10.0	7	4.7	3	2.0	15	10.0	3	2.0
Eficiencia	10	28	9.3	14	4.7	15	5.0	30	10.0	18	6.0
Entrenamiento	10	13	8.7	10	6.7	8	5.3	12	8.0	8	5.3
Integración	10	1	2.0	1	2.0	1	2.0	1	2.0	1	2.0
Portabilidad	10	7	7.0	6	6.0	2	2.0	6	6.0	6	6.0
Software/ Producto	5	17	3.4	12	2.4	16	3.2	21	4.2	10	2.0
Especificidad	25	91	19.0	35	7.3	48	10.0	72	15.0	42	8.8
Total (%)		73		42.9		42.7		67.2		46.1	

Como se puede apreciar en la valoración total de la Tabla 5, la herramienta Kunagi es la alternativa más recomendable, ya que obtuvo un ponderado final de 73 %.

Para el criterio 'Aceptación/Usabilidad', Kunagi es una herramienta muy intuitiva que permite relacionar fácilmente cada uno de sus menús e iconos con la función a realizar; también posee texto y *pop ups* de ayuda en cada área de trabajo, indicando de qué trata un elemento y qué se debería registrar en él. En caso de posibles problemas, estos son indicados mediante mensajes de error y alertas al usuario. Algunas desventajas están relacionadas con el idioma, que solo viene en inglés y la mayoría de las funciones deben ser realizadas con el *mouse*. En cuanto a la apariencia, no es posible hacer cambios; ya tiene unos estilos y colores por defecto.

En el criterio 'Administración' cuenta con documentación en las diferentes versiones; en lo relacionado con la interacción de los *stakeholders*, la herramienta cuenta con *wikis*, *blogs*, *foros*, que permiten la colaboración y visualización del trabajo, simultáneamente.

Dentro del criterio 'Eficiencia', en cuanto a la seguridad, posee autenticación a través de usuario y contraseña. Cuando se registra un nuevo usuario, es posible asignarle un rol, el cual cuenta con privilegios de acuerdo con las directrices de la metodología Scrum, permitiendo el acceso únicamente a

las actividades o elementos indicados para este usuario. Además, cuenta con una base de datos que almacena la información sobre los proyectos y sus especificidades, realizando *backups* de forma automática, lo cual permite restaurar los datos ante una posible falla o error.

Evaluando el criterio 'Entrenamiento', en lo relacionado con la documentación, Kunagi cuenta con información actualizada en la página web, principalmente a través de guías y blogs, que van desde indicar el proceso de descarga e instalación, hasta la solución de errores detectados por los usuarios en cada una de las versiones. Una vez se ha instalado la herramienta, el manejo es fácil e intuitivo, lo que disminuye la curva de aprendizaje de un nuevo usuario, claro está, siempre y cuando se conozca los elementos y conceptos de la metodología Scrum.

En el criterio 'Integración' hay una desventaja notable, ya que Kunagi no permite integrarse con ninguna herramienta de desarrollo, aunque esto se compensa de cierta manera al evaluar el criterio de 'Portabilidad', donde la herramienta está disponible para todos los sistemas operativos, ya sea como aplicación de escritorio o Web.

Para el criterio 'Software/Producto', en cuanto al soporte, Kunagi cuenta en el sitio web con un formulario donde se puede realizar consultas y también visualizar el historial de las mismas realizadas por otros usuarios. A pesar de que es una herramienta que cuenta con un grado de madurez de seis años, una desventaja es que las actualizaciones son casi anuales, lo que dificulta la evolución del producto.

Al evaluar el criterio 'Especificidad', en donde se califica la gestión de los diferentes elementos de la metodología Scrum, -Etapa, Actividad, Rol, Artefactos y Lineamiento-, se comprobó que Kunagi incorpora cada uno de ellos con sus diferentes componentes; por ejemplo, permite administrar los diferentes roles y asigna automáticamente los privilegios, conforme lo indica Scrum; también permite crear el *Product Backlog* y el *Sprint Backlog*. Es muy fácil gestionar los atributos solicitados para las historias de usuario, dado que son fáciles de identificar y diligenciar. Es posible realizar la estimación de las historias utilizando la técnica de *Planning Poker*. Además, el uso de menús contextuales facilita la identificación de las actividades a realizar sobre un elemento seleccionado.

Algo muy interesante de Kunagi es la definición del *Done*, donde por cada Historia de Usuario se puede definir qué actividades se debe realizar y cuánto tiempo tomará hacerlas, visualizándolas en un tablero *Kanban* que consta de tres columnas: -las tareas por hacer, -las que se está realizando y -las terminadas, dando al usuario un control del proceso de desarrollo del *Sprint*. Una vez se finaliza, es posible registrar las conclusiones de la reunión del *Sprint Review* y el *Sprint Retrospective*.

Otro aspecto relevante es que la herramienta permite al líder del proyecto gestionar la asignación de las actividades a cada integrante y seleccionar el estado de ánimo con el cual se desarrolla la actividad. También permite la creación de *blogs*, *wikis* y *chats* para el equipo, con el fin de compartir conocimiento o para resolver problemas presentados.

Para el elemento 'Lineamiento', Kunagi permite, a través del gráfico conocido como *Burndown Chart*, visualizar la complejidad que está manejando el grupo y poder determinar el tiempo de trabajo que falta para completar el *sprint* y saber si es necesario realizar ajustes para cumplir con los objetivos del *sprint*.

Si bien esta herramienta tiene muchas ventajas, de la misma manera hay algunas desventajas, como la falta de una funcionalidad donde se pueda desarrollar el *planning meeting* y registrar otras métricas diferentes a las que trae por defecto. Además, no permite realizar una comparación entre *sprints*.

Con base en la propuesta de Hernández et al., (2015), se plantea un camino para adoptar los lineamientos, incluyendo técnicas que abordan problemas como: motivación, interrupciones del trabajo, socialización del conocimiento entre los integrantes del equipo y solución de problemas de manera colectiva, identificados en la caracterización de los elementos metodológicos del CI en la construcción, soporte y mantenimiento de software, donde predomina el trabajo individual.

La propuesta plantea incorporar las técnicas 'Niko Niko', 'Pomodoro', 'Mob Programming' y 'Coding Dojo'. A continuación se presenta una forma escalonada de adoptarla, en donde en cada nivel se describe la razón por la cual se incluye cada técnica, como respuesta a las necesidades planteadas por los expertos al momento de crear software.

La técnica 'Niko Niko', también conocida como 'Calendario de la felicidad' o 'Índice de la felicidad', consiste en organizar un calendario en el cual cada fila corresponde a un miembro del equipo, y las columnas a los días en los que cada integrante registrará su estado de ánimo antes de iniciar con la jornada de trabajo, por medio de emoticones o caras que identifican a una persona en sus diferentes estados, como: feliz, indiferente, triste, etc. Después de ciertos periodos de tiempo, por ejemplo, al realizar la revisión o la retrospectiva del *sprint*, se inspecciona el calendario y se analiza los datos con el objetivo de detectar posibles problemas que puedan ocurrir y afecten la productividad de alguno de los integrantes. Según Leber (s.f.) las personas más felices son aproximadamente 12 % más productivas; de ahí que la técnica 'Niko Niko' permitirá detectar amenazas a la productividad del *Development Team*, para aplicar correctivos a tiempo y mitigarlas.

La técnica Pomodoro¹ es un método utilizado para mejorar la administración del tiempo al realizar una tarea o actividad, en la cual se usa un reloj para dividir el tiempo en intervalos de 25 minutos llamados 'pomodoros', en los que se trabaja sin interrupciones ni distracciones; estos se separan por pausas cortas de 5 a 10 minutos, que contribuyen a disminuir las interrupciones y a propiciar eficiencia en el trabajo.

La técnica 'Mob Programming' es una estrategia de desarrollo de software en la que un grupo de desarrolladores (*Development Team*) trabaja sobre una tarea o actividad concreta y compleja al mismo tiempo, donde uno de los participantes, el 'piloto', es el encargado de realizar la acción compleja; por ejemplo, diseñar o codificar, mientras el resto, los 'navegantes', opinan y aportan ideas para solucionar el problema planteado. Es importante que el piloto y los navegantes cambien funciones de vez en cuando, fomentando de esta manera el trabajo colaborativo y manteniendo al grupo activo al momento de retomar la tarea.

La técnica 'Coding Dojo' consiste en una reunión de desarrolladores (*Development Team*), en la que se trabaja en un desafío de programación, en cuyo proceso cada participante hace sus aportes de acuerdo con sus conocimientos, indiferentemente del nivel que tenga, lo que permite al grupo adquirir nuevas habilidades en técnicas y tecnologías de manera colaborativa y no competitiva.

Un aspecto importante a tener en cuenta al momento de adoptar la propuesta en el CI, es la dificultad que generaría el cambio en la forma como vienen trabajando los funcionarios, saliendo de la zona de confort al adoptar esta nueva propuesta. En ese sentido, se identificó un conjunto de adopciones incrementales para incorporar los elementos que plantea la propuesta, tratando de que la transición o el cambio sea lo menos crítico posible.

En una primera etapa, como se muestra en la Figura 3, es muy importante establecer el rol del *Product Owner*, cuya función será la de recopilar las necesidades o requerimientos del cliente y traducirlos a historias de usuario. Para facilitar este proceso, se instalará y configurará Kunagi, que fue la herramienta con mejores resultados aplicando el modelo OAM-F/OSS de evaluación de software libre. Esta herramienta permite gestionar el artefacto *Product Backlog*, cuya elaboración debe ser previa al inicio de la construcción, soporte y mantenimiento de un producto software; además, se debe realizar de manera iterativa e incremental y compartirse con los demás miembros del equipo Scrum, para lo cual Kunagi cuenta con diferentes interfaces.

También es necesario definir un espacio de tiempo, que en Scrum se denomina *sprint*. En este primer *sprint* es recomendable definir las tareas

¹ Para más información acerca de la técnica visitar <http://pomodorotechnique.com/>

del *Done* (hecho) que permiten tener claro qué se debe hacer, para poner en funcionamiento en el cliente un requerimiento o historia de usuario. Las tareas seleccionadas serán estrictamente aquellas que agreguen valor al producto software y su definición estará a cargo del *Development Team*.

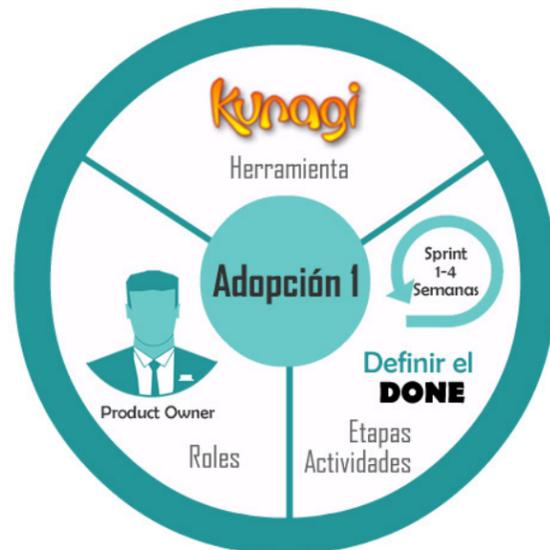


Figura 3. Adopción primera de la propuesta.

En una segunda etapa, como se muestra en la Figura 4, es necesario adicionar el rol del *Scrum Master*, el cual tendrá como funciones, contribuir en la adopción de Scrum, aplicándose de forma correcta de acuerdo con la teoría, reglas y prácticas, asegurando que sean entendidas por el equipo; por consiguiente, también será un líder que respalda la autogestión del equipo y a los integrantes en la resolución de dificultades en el *Sprint* o en la dinámica de grupo. Para facilitar la realización de estas actividades, la herramienta Kunagi permite por cada historia de usuario, definir el *Done*, incluyendo las tareas a realizar con la asignación de responsables, en donde todos los integrantes del *Development Team* podrán observar el estado de las mismas de manera gráfica a través del tablero *kanban* que provee Kunagi, lo cual les permitirá no iniciar tareas sin haber finalizado de manera completa las que ya se había priorizado. Como resultado de esta etapa y la anterior se habrá logrado la definición del *Done* y la elaboración de artefactos como el *Product Backlog*, del cual se seleccionará las historias de usuario con mayor prioridad para el *sprint*, generando el *Sprint Backlog*.

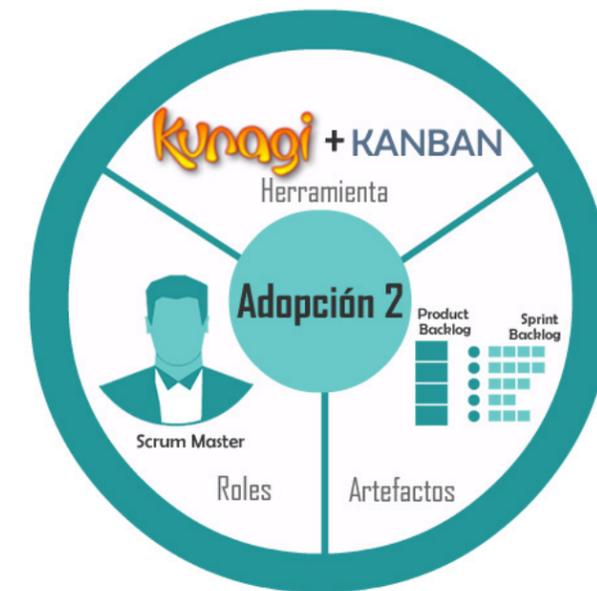


Figura 4. Adopción segunda de la propuesta.

Para la tercera etapa (Figura 5), el objetivo es empoderar (fortalecer) al *Development Team*, equipo que finalmente será el responsable de llevar a la práctica y realizar las tareas del *Done*; de ahí que sus integrantes deben desarrollar la capacidad de autogestionarse y ser multifuncionales; por supuesto, hay integrantes con especialidades concretas, pero el trabajo es solidario y la responsabilidad compartida, con un propósito común: lograr el incremento de cada *sprint* y conseguir el mayor valor posible para el proceso de negocio del cliente. En este sentido, se utiliza la técnica 'Niko Niko' que permite registrar el estado de ánimo de cada integrante antes de iniciar una jornada laboral. Esta información es valiosa para el *Scrum Master* al momento de buscar un equipo motivado, y realizar acciones de intervención con el *Development Team*. Para las sesiones de trabajo se propone utilizar la técnica 'Pomodoro', con el propósito de mejorar la administración del tiempo en la realización de las tareas, buscando periodos de concentración de 25 minutos, con pausas entre ellos de 5 a 10 minutos; los expertos recomiendan hacerlo de manera iterativa hasta completar 4 o 5 periodos; de ahí en adelante las pausas pueden ser más prolongadas. El objetivo de utilizar esta técnica de manera iterativa es fomentar una buena práctica en el *Development Team*.

En la tercera adopción, una tarea muy importante que debe realizar el *Scrum Master*, es promover la gestión disciplinada (organizada y ordenada) de las tareas previamente definidas para el *Done*, permitiendo la visualización del trabajo en la herramienta Kunagi, a través del *Burndown Chart*. Este artefacto es un reporte gráfico que muestra el trabajo que falta por

realizarse para lograr el objetivo definido para el *sprint* y visualizar el estado del proyecto.

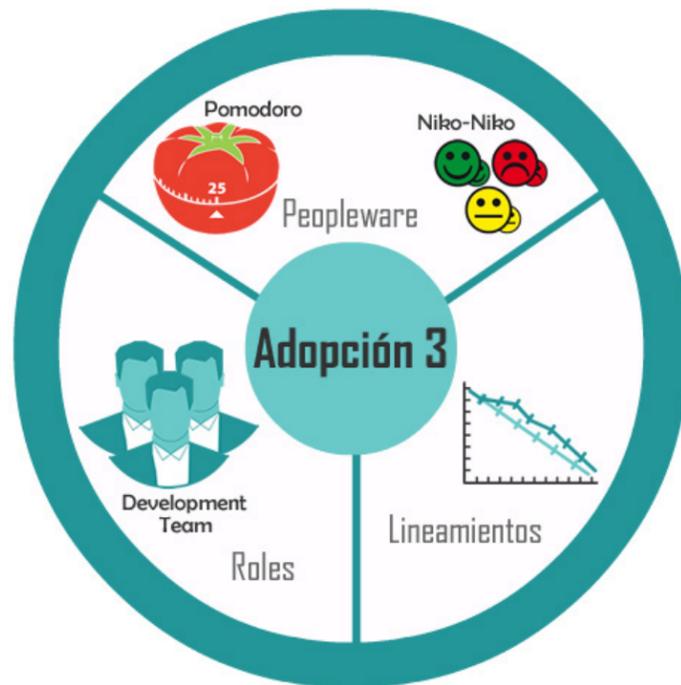


Figura 5. Adopción tercera de la propuesta.

Para la cuarta adopción, como se evidencia en la Figura 6, se sugiere continuar con el empoderamiento del *Development Team*, aportando elementos para que los miembros del equipo tengan la independencia de organizar y gestionar el trabajo, respetando las opiniones y aportes de todos, propiciando la eficiencia y efectividad. Para ello se utiliza la técnica '*Mob programming*', en la cual el equipo trabaja sobre una tarea o actividad concreta y compleja al mismo tiempo, en un mismo espacio y tiempo.

Para que la experiencia y el conocimiento adquirido individualmente por los integrantes del equipo pueda ser transmitido a los demás, se propone incorporar la técnica '*Coding Dojo*', para lo cual se programa espacios de reunión de todo el *Development Team*, donde se desarrolla tareas propias del proyecto o aspectos nuevos por aprender, fomentando de esta manera la construcción colectiva del conocimiento. En esta fase, al igual que en las anteriores, el *Scrum Master* debe estar muy pendiente de que el equipo esté coordinado y gestionando disciplinadamente las tareas del *Done* en la herramienta Kunagi, para que se pueda observar los diferentes reportes gráficos de la complejidad trabajada, dependiendo de la valoración dada a cada historia de usuario.

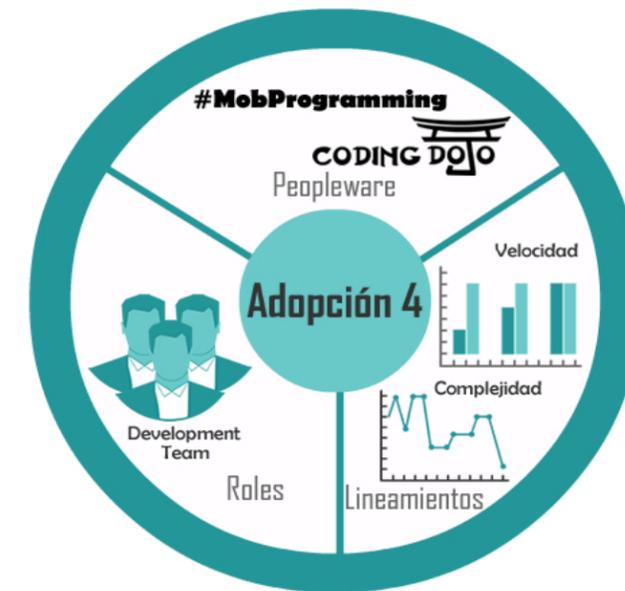


Figura 6. Adopción cuarta de la propuesta.

4. Discusión

El desarrollo de este trabajo investigativo tiene como propósito especial implícito, proponer formas de intervenir, no únicamente organizaciones públicas de educación superior, sino por el contrario, ser la punta de lanza para llegar a cualquier entidad que comprenda que la tecnología es un aliado primordial al momento de cumplir con los objetivos estratégicos. El software, como producto tecnológico esencial en este camino, debe tener la relevancia que le corresponde, sin olvidar que hacerlo, soportarlo y mantenerlo, significa una tarea compleja; más aún cuando se ha logrado demostrar desde trabajos como los de Cockburn (2002), McConnell (2006), DeMarco y Lister (1999) y Brooks (1995) que los aspectos relacionados con las personas, son lo que tienen mayor impacto en la eficiencia, productividad y calidad al momento de construir, soportar o mantener software.

Los antecedentes encontrados permitieron visualizar un interés por describir experiencias en la apropiación de Scrum, tanto a nivel académico como en la industria de software. No obstante, un equipo requiere desplegar y perfeccionar un conjunto de competencias para ser productivo cuando hace software. Zaraket, Olleik y Yassine (2014) clasifican estas competencias en tres categorías: técnicas, comunicativas y para la gestión de equipo. Para poder consolidar un equipo de trabajo efectivo y eficiente, no es suficiente con haber desarrollado competencias únicamente en lo técnico, o apropiar un conjunto de lineamientos que propicien el trabajo en equipo. En este orden de ideas, cobra relevancia académica, investigativa

e industrial, analizar elementos técnicos como los definidos en el área de *Peopleware*, que posibiliten consolidar equipos donde se propicie el desarrollo de habilidades comunicativas y de gestión del talento humano.

El camino investigativo recorrido permite confirmar que no existen fórmulas mágicas para consolidar equipos efectivos y eficientes; se hace necesario partir del quehacer de las organizaciones que hacen software, para plantear alternativas propias que enriquezcan y agreguen valor al trabajo en equipo. Los investigadores, por el momento, creemos que las adopciones puras de propuestas teóricas para el trabajo en equipo, no necesariamente dejan prever acciones exitosas; por el contrario, generan crisis y caos.

5. Conclusiones

En el CI predomina el trabajo individual en la realización del proceso de desarrollo, mantenimiento y soporte de productos software. El trabajo se centra en la ejecución de actividades; y en un nivel muy bajo, se hace acciones de planeación y evaluación. Tampoco se soporta la gestión del proceso mediante el uso de herramientas computacionales. En este sentido, no se logra evidenciar que exista una forma o método estandarizado y explícito que propicie el trabajo en equipo.

Al realizar el análisis comparativo de los elementos metodológicos del proceso de software del CI y los definidos por Scrum, se encuentra como similitudes, la especificación de requerimientos de software como parte de la pila de producto, la codificación como una actividad del *Done* en un *Sprint*, y el rol de desarrollador como integrante del *Development team*. La diferencia más relevante corresponde a la ausencia de métricas que posibiliten evaluar el proceso de desarrollo, mantenimiento y soporte de productos software.

Al evaluar un conjunto de herramientas de software libre para soportar una propuesta metodológica basada en Scrum y *Peopleware*, se obtuvo como resultado final, que Kunagi es la herramienta con el ponderado más alto, consecuencia de la suma de valores parciales obtenidos en cada uno de los criterios evaluados propuestos por el modelo OAM-F/OSS.

Un aspecto a tener en cuenta en la construcción de la propuesta fue el impacto que ésta podría tener en los participantes, debido a la generación de cambios en la forma de trabajo actual. En este sentido, la estructura de la propuesta de trabajo en equipo para el CI se plantea en adopciones incrementales con el objetivo de no saturar con muchos elementos al equipo y permitir que éste se adapte gradualmente a la nueva forma de trabajo.

Este trabajo investigativo presenta una propuesta para trabajo en equipo basada en Scrum y técnicas de *Peopleware* para el CI. Por esta razón, se

recomienda como trabajo futuro, desarrollar una nueva investigación donde se determine cuál sería el impacto de la apropiación e implementación de la propuesta en la gestión del trabajo en equipo.

Referencias

- Bannerman, P., Hossain, E. & Jeffery, R. (2012). Scrum Practice Mitigation of Global Software Development Coordination Challenges: A Distinctive Advantage? Recuperado de https://ts.data61.csiro.au/publications/nicta_full_text/4985.pdf
- Brooks, F. (1995). *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering*. Boston, Estados Unidos: Addison-Wesley.
- Cockburn, A. (2002). Effectiveness of different modes of communication. Recuperado de https://www.researchgate.net/figure/14-Effectiveness-of-different-modes-of-communication_fig8_235616359
- Colla, P. (2012). Marco para evaluar el valor en metodología SCRUM. *13th Argentine Symposium on Software Engineering*, (pp. 32-46). La Plata, Argentina.
- De Souza, P., Zambalde, A., Tonelli, A., Souza, S., Zuppo, L. & Rosa, P. (2014). Agile principles and achievement of success in software development: A quantitative study in Brazilian organizations. *Procedia Technology*, 16, 718-727.
- DeMarco, T. & Lister, T. (1999). *Peopleware: Productive Projects and Teams* (3rd ed.). New York, USA: Dorset House Publishing Co.
- Gómez, H., Hernández, G., Martínez, A., Argote, I. y Jiménez, R. (2016). Comparativa entre CRISP-DM y SEMMA para la limpieza de datos en productos MODIS en un estudio de cambio de cobertura y uso del suelo. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 2(3), 598-604.
- Hernández, G., Martínez, Á., Argote, I. y Coral, D. (2015). Metodología adaptativa basada en Scrum: Caso empresas de la Industria de Software en San Juan de Pasto - Colombia. *Revista Tecnológica ESPOL - RTE*, 28(5), 211-223.
- Leber, J. (s.f.). Happy workers are more productive: Science prove it. Recuperado de <https://www.fastcompany.com>: <https://www.fastcompany.com/3028160/happy-workers-are-more-productive-science-proves-it>
- López, J. (2017). Free software for digitalization and management of electronic documents at official entities. *Sistemas y Telemática*, 15(40), 69-87. DOI: 10.18046/syt.v15i40.2392

- Martínez, N., Ramón, H. y Bertone, R. (s.f.). Aplicabilidad de Competisoft a partir de un método ágil como Scrum. Un caso práctico. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23722/4900-scrum.pdf?sequence=1>
- May, M., Morales, Y., Marrufo, J. y Martín, M. (2013). Implementación de un sistema para el control de activos ISOPTEC, bajo el estándar ITIL y metodología ágil SCRUM. *Ciencias de la Ingeniería y la Tecnología, Handbook T-II: Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos, 13,(2)*, 176-190.
- McConnell, S. (2006). *Software Estimation. Demystifying the Black Art*. Washington, United States of America: Microsoft Press.
- Parnin, C. & Rugaber, S. (2011). Resumption strategies for interrupted programming. *Software Quality Control, 19(1)*, 5-34.
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2016). La Guía de Scrum™. Recuperado de <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2016/2016-Scrum-Guide-Catalan.pdf>
- Standish Group. (2015). Chaos report – Q&A with Jennifer Linch. Recuperado de <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
- Vlaanderen, K., Jansen, S., Brinkkemper, S., & Jaspers, E. (2011). The agile requirements refinery: Applying SCRUM principles to software product management. *Information and Software Technology, 53*, 58-70.
- Zaraket, F., Olleik, M. & Yassine, A. (2014). Skill-based framework for optimal software project selection and resource allocation. *European Journal of Operation Research, 234*, 308-318.

Capítulo 7

Estado actual de las prácticas de seguridad y gestión de la información en hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto

Robinson Andrés Jiménez Toledo¹
Álvaro Alexander Martínez Navarro²
Giovanni Albeiro Hernández Pantoja³
Franklin Eduardo Jiménez Giraldo⁴
Daniel Ureña Enríquez⁵
Camilo Velasco Paredes⁶

¹ Magíster en Docencia universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia. Profesor Asociado, Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: rjimenez@umariana.edu.co

² Magíster en Docencia universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Mariana. Profesor Asociado, Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: amartinez@umariana.edu.co

³ Magíster en Docencia universitaria, Universidad de Nariño; Ingeniero de Sistemas, Universidad Nariño. Profesor Asociado, Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: gihernandez@umariana.edu.co

⁴ Magíster en Software libre, Universidad Autónoma de Bucaramanga; Ingeniero de Sistemas, Universidad de Nariño. Profesor Asistente, Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Integrante del Grupo de investigación GISMAR. Correo electrónico: fjimenez@umariana.edu.co

⁵ Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana; Investigador Proyecto Estado actual de las prácticas de seguridad y gestión de la información basada en la Norma ISO 27799 en hospitales pertenecientes a la ciudad de San Juan de Pasto, Grupo GISMAR. Correo electrónico: daniel360.1964@hotmail.com / durena@umariana.edu.co

⁶ Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana. Investigador Proyecto Estado actual de las prácticas de seguridad y gestión de la información basada en la Norma ISO 27799 en hospitales pertenecientes a la ciudad de San Juan de Pasto, Grupo GISMAR. Correo electrónico: kmiuni@hotmail.com / cvelasco@umariana.edu.co

Resumen

El presente artículo pretende dar a conocer el estado actual de las prácticas de seguridad y gestión de la información en hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto, basado en la Norma ISO 27799, la caracterización de cómo se maneja la información en los hospitales de San Juan de Pasto, y presentar de manera comparativa la relación entre la Norma y el manejo actual de la seguridad y gestión de información en los hospitales.

De igual manera se busca definir el nivel de integridad, disponibilidad y confidencialidad en los hospitales, por medio de preguntas diseñadas, teniendo en cuenta las directrices tomadas de la Norma ISO 27799, utilizando la encuesta como herramienta.

Palabras clave: Caracterización, seguridad y gestión de la información, ISO 27799, hospitales de San Juan de Pasto.

Current status of security practices and information management in San Juan de Pasto hospitals

Abstract

This article aims to present the current state of security practices and information management in hospitals in the city of San Juan de Pasto, based on ISO 27799, characterize the handling of information in hospitals in San Juan de Pasto, and present in a comparative manner the relationship between the Standard and the current management of security and information management in hospitals.

Likewise, it seeks to define the level of integrity, availability and confidentiality in hospitals, by means of questions designed, taking into account the guidelines taken from ISO 27799, using the survey as a tool.

Key words: Characterization, security and management of information, ISO 27799, San Juan de Pasto hospitals.

1. Introducción

La seguridad de la información consiste en proteger los datos de una organización para que estos sean gestionados y modificados solo por las personas que se encuentran con las credenciales necesarias y dentro de los límites autorizados.

Diversos ciudadanos han tenido problemas en cuanto al servicio informático en los hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto, refiriéndose a la pérdida de la información o ataques cibernéticos. Es evidente que, tras hacer un análisis sobre el servicio otorgado a los usuarios de los hospitales,

existe la necesidad de implementar medidas que puedan dar solución a esta problemática.

Los sistemas basados en tecnologías de la información son significativos en las organizaciones del sector salud en San Juan de Pasto, dado que brindan la oportunidad de cumplir una serie de requerimientos o misiones, como almacenar los datos de los pacientes, emplear los datos de estos, crear una infraestructura de red e internet que transporte los datos de cada usuario que acude al servicio de sanidad, y todo depende de la calidad tecnológica con la cual se cuenta.

Es necesario contar con unas directrices que aseguren que esta información será guardada de manera segura, cumpliendo con los principios de seguridad, como la confidencialidad, la integridad y disponibilidad, cuidándolos de las amenazas a las cuales se enfrentan. La *International Standardization Organization* (ISO) es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación, tanto de productos como de servicios, comercio y comunicación para todas las ramas industriales. La Norma ISO 27799 contiene una serie de directrices que apoyan la interpretación y aplicación de las normas ISO 27001 y 27002, siendo una guía para la gestión y protección de los datos, creando así pautas para generar mejores prácticas en el manejo de la seguridad.

Esta investigación pretende realizar un proceso que evidencie la necesidad de aplicar la Norma ISO 27799 en el sector salud de la ciudad de San Juan de Pasto, para proteger la confidencialidad y disponibilidad de los datos personales referentes a la salud, y la integridad de los clientes, de acuerdo con las exigencias dadas por los usuarios, logrando así un buen manejo y protección (Argote, Hernández, Jiménez y Martínez, 2015).

2. Justificación

Caracterizar las directrices de la Norma ISO 27799 de seguridad y gestión de la información es fundamental para contar con la información general sobre la norma con la cual se interactúa. La información recopilada puede orientar mejor la investigación para suscitar una reflexión y ayuda a prever los eventuales impactos de las acciones que se piensa desarrollar. Apropiarse de la norma puede desarrollar un manejo adecuado de sus directrices, dando a conocer el porcentaje de estatutos para un mejor manejo de datos de los usuarios, conociendo así los fundamentos necesarios para aplicar la norma y de esta manera mejorar la seguridad informática del sector salud en la ciudad de San Juan de Pasto, tanto para los que acceden al servicio como para los que lo prestan.

La ciudad de Pasto carece de este tipo de estudios, en especial respecto a la adecuada aplicación de la Norma 27799. Caracterizar la forma como los hospitales en Pasto manejan la seguridad y gestión de la información

dará una visión general de su estado actual; por ello se ve la necesidad de conocer su administración, definiendo todas las directrices que cumplen y se asemejan a la norma. Describir de manera comparativa la relación entre la norma y el manejo actual de la seguridad y gestión de información en los hospitales de la ciudad entrega diferencias entre la norma y la forma como los hospitales manejan la seguridad y gestión de la información para identificar los beneficios de la aplicación de la norma en el sector salud, y cómo debería ser su correcta aplicación, donde se determinará el nivel de aporte con el cual se cumple y por consiguiente, se podrá identificar oportunidades de mejoramiento con relación a la seguridad y gestión de la información.

Antecedentes y estado del conocimiento

Con enfoque en la revisión de los antecedentes consultados se evidencia que las semejanzas en su gran mayoría tienen que ver con la seguridad y gestión de la información en las organizaciones del sector salud. Al necesitar sistemas de protección de datos empleados en el día a día, varias empresas se encuentran en búsqueda de nuevos programas innovadores que les permitan agilizar sus operaciones y su desempeño con la seguridad y confianza de almacenar y proteger sus bienes digitales a futuro, pero estos difieren en cuanto al incumplimiento parcial de la normatividad con respecto al tema de la gestión de la información en el sector salud, donde se resuelve el problema de pérdida de datos bajo la norma ISO 27790.

3. Metodología

El paradigma que orienta el estudio es mixto, en razón al uso de técnicas estadísticas durante el proceso investigativo; tiene una mezcla entre el enfoque cuantitativo y cualitativo, ya sea por medio de encuestas o análisis estadísticos secundarios. Se presenta una medición objetiva, análisis de datos con mediciones variables, una evaluación de la confiabilidad de las pruebas realizadas y sus resultados, un estudio de los hospitales en la ciudad de San Juan de Pasto, y se determina el nivel de aporte de la norma ISO 27799 mediante encuestas o análisis estadísticos.

El enfoque seleccionado es el empírico analítico, puesto que se analiza el comportamiento actual de los hospitales en la ciudad de San Juan de Pasto para comprender su funcionamiento en cuanto a la protección de la información. Se estudia de manera intensiva cada uno de los elementos, llevando así un análisis de caracterización.

El tipo de investigación es descriptivo, debido a que parte del conocimiento generado por la investigación, caracterizando la forma como los hospitales de San Juan de Pasto manejan la seguridad y gestión de la información; de igual manera se interpreta la norma ISO 27799 para su contraste.

Como marco contextual, se trabaja sobre el sector salud, que es la unión de normas y valores donde se brinda actividades que promueven la salud de las personas en una población. Existen tres tipos de subsectores de la producción como:

- **Sector primario.** A través de la medicina alternativa como plantas medicinales extraídas de la naturaleza. Conjunto de prácticas de atención a la salud que no forman parte del sistema sanitario principal.
- **Sector secundario.** A través de actividades que implican la transformación de alimentos y materias primas mediante procesos industriales, como el té, infusiones. En las industrias farmacéuticas abarca el uso de pastillas, cápsulas, etc.
- **Sector terciario o de servicios.** Abarca los hospitales, clínicas, laboratorios clínicos, etc. Produce servicios que satisfacen las necesidades de los usuarios, como la prevención, tratamiento, salud mental. Satisface las necesidades y riesgos de la salud de los usuarios.

El sector salud es la población tomada como objeto de estudio para la aplicación de la norma ISO 27799. La muestra comprende los hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto.

La investigación se lleva a cabo en el suroccidente de Colombia, en el departamento de Nariño, en la ciudad de Pasto. El lugar donde se realiza es la Universidad Mariana de Pasto, situada en la Calle 18 No. 34-104, desarrollada por el programa de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Ingeniería.

De acuerdo con el proceso de investigación, los instrumentos a utilizar para cumplir los objetivos específicos son:

- **Ficha de Revisión Documental.** Permite recopilar y clasificar las directrices de las respectivas normas ISO por temas y sub-temas antes de su procesamiento final.
- **Formato de Encuesta.** Permite, mediante una investigación descriptiva, recopilar datos por medio de preguntas elaboradas por los investigadores.
- **Matriz comparativa.** Permite mostrar información de forma resumida y concentrada a través de columnas y filas. Sirve para comparar las características de objetos de la misma categoría.

Análisis Cuantitativo

De las preguntas de la encuesta, el 73 % son respuestas positivas por parte de los hospitales; hay un 27 % de respuestas negativas de aquéllos

que no cumplieran con las expectativas de la norma. Muchas directrices de la norma no son aplicadas debido a la complejidad, falta de información del personal, falta de personal y alta carga laboral que impiden una solución para las diferentes directrices. Las preguntas de confidencialidad fueron las que obtuvieron un mayor número de respuestas negativas; algunos hospitales están en implementación de las directrices. El Hospital B no puede aplicar muchas de ellas debido a la falta de apoyo de la gerencia, donde el área de sistemas es sobrevalorada.

Variable: Confidencialidad

Hospital A: el 75 % tiene respuestas positivas y el 25 %, respuestas negativas.

El Hospital A no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a confidencialidad. No cuenta con algunos formatos para aplicar algunas directrices. El nivel de confidencialidad es igual al Hospital C; este nivel es alto en el Hospital A debido a los múltiples estudios, políticas y buen manejo de la información.

Hospital B: el 58 % son respuestas positivas y el 42 % respuestas negativas, evidenciando que el hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a confidencialidad. El principal problema es el personal reducido y la alta carga laboral, que no permiten implementar algunas directrices. El nivel de confidencialidad en este hospital es inferior al de los demás hospitales debido a la falta de implementación de políticas para la protección de la información.

Hospital C: Evidencia un 75 % de respuestas positivas y un 25 % de respuestas negativas. El hospital no cumple con las expectativas de la norma; muchas directrices se encuentran en implementación. El nivel de cumplimiento de esta variable es alto y sus resultados son iguales al Hospital A. Gracias a las técnicas de protección de información, garantizan según la norma ISO 27799, que la información sea accesible solo para personal autorizado.

Análisis de la variable: de las preguntas relacionadas con la confidencialidad, el 69 % son respuestas positivas por parte de todos los hospitales; hay un 31 % de respuestas negativas, donde estos no cumplen con las expectativas de la norma en este aspecto. El nivel de confidencialidad de los hospitales está por encima del 69 % según la encuesta aplicada. Muchas de las respuestas negativas se deben a la complejidad de las directrices, falta de información del personal, falta de personal y alta carga laboral que impiden que haya una solución para las diferentes directrices. El nivel de confidencialidad es más bajo en el Hospital B debido al personal reducido y a la alta carga laboral.

El porcentaje de cumplimiento no es aceptable totalmente, dado que son establecimientos públicos, y la información es un activo importante para todos los ciudadanos, que debe ser valorada. En este sentido, la gerencia debe demostrar la importancia del área de sistemas, ya que son ellos los encargados gestionar la información.

Variable: Integridad

Hospital A: 83 % de respuestas positivas versus un 17 % de respuestas negativas. El hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a Integridad. No implementa algunas directrices debido al alto costo, pero cumple en gran parte con la norma respecto a la integridad de la información. Se mantiene al tanto de ataques, y en caso de ser vulnerada su información, cuenta con las medidas pertinentes. El nivel de integridad es similar al del Hospital C., y superior al de las demás variables evaluadas.

Hospital B: 58 % de respuestas positivas y 42 % de respuestas negativas. El hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a Integridad; el personal es reducido y la alta carga laboral no permite implementar algunas directrices. El nivel de integridad es inferior al de los demás hospitales. Cuenta con protecciones contra código malicioso, pero no hace pruebas de penetración para comprobar su funcionamiento. La información transmitida por las redes no es controlada debido al poco apoyo que da la gerencia al mantenimiento de las redes.

Hospital C: el 83 % son respuestas positivas y el 17 % negativas, evidenciando el no cumplimiento de la norma en cuanto a Integridad. El hospital ignora el impacto de las partidas de integridad, pero se encuentra implementando las directrices. El nivel de integridad es similar al del Hospital A, y superior al de las demás variables evaluadas; esto se debe al correcto cumplimiento de las directrices de la norma ISO 27799 relacionadas con esta variable, controlando la distribución de información, controles y políticas que apoyan la aplicación de las directrices.

Análisis de la variable: de las preguntas relacionadas con la integridad, el 75 % son respuestas positivas por parte de todos los hospitales; hay un 25 % de respuestas negativas, donde estos no cumplen con las expectativas de la norma en cuanto a integridad, debido a la complejidad de las directrices, falta de información del personal, falta de personal y alta carga laboral que impiden que haya una solución para las diferentes directrices. El Hospital B cuenta con el nivel más bajo de cumplimiento, y es debido a la falta de apoyo en la gerencia, que no da la importancia necesaria al área de sistemas. El nivel de integridad es superior respecto a las demás variables evaluadas.

Variable: Disponibilidad

Hospital A: 83 % de respuestas positivas versus un 17 % de respuestas negativas. El hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a Disponibilidad; no asegura la disponibilidad de la información en escalas de tiempo requeridas. El nivel de disponibilidad es superior al de los demás hospitales, dado que identifica los impactos de pérdidas de disponibilidad, y cumple con la mayoría de las directrices asociadas con esta variable.

Hospital B: de las preguntas relacionadas con esta variable, el 67 % son respuestas positivas y un 33 % de respuestas negativas, donde el hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a Disponibilidad. El personal reducido y la alta carga laboral no permiten destinar tiempo a implementar algunas directrices. El nivel de disponibilidad es superior al de las demás variables evaluadas, y esto se debe a los procesos que utiliza para mantener la información vigente, resultando curioso que no identifiquen el impacto de las pérdidas de disponibilidad.

Hospital C: el 75 % son respuestas positivas y el 25 % negativas. El hospital no cumple con las expectativas de la norma en cuanto a Disponibilidad. No cuenta con tablas de compatibilidad y no identifica los eventos que causan interrupciones en los procesos, como tampoco, con sistemas de detección de interrupciones. Se mantiene informado de los impactos que pueden tener las pérdidas de disponibilidad e implementa controles que cumplen las directrices.

Análisis de la variable: de las preguntas familiarizadas a la disponibilidad, el 48 % son respuestas positivas por parte de todos los hospitales; hay un 52 % de respuestas negativas, donde estos no cumplen con las expectativas de la norma en cuanto a integridad. Se debe a la complejidad de las directrices, falta de información del personal, falta de personal y alta carga laboral que impiden que haya una solución para las diferentes directrices. El nivel de disponibilidad es bastante bajo en comparación con las demás variables evaluadas; esto se debe principalmente al poco apoyo que la gerencia da al área de sistemas, comprobable en muchas de las respuestas dadas por los hospitales.

4. Resultados

A continuación, se indica algunas de las síntesis de las directrices analizadas a la luz de las variables.

Síntesis: Hospital A confidencialidad

Directriz: es importante identificar la confidencialidad de los activos y evaluar el impacto de un fallo de seguridad que suponga pérdida de confidencialidad.

Síntesis: el Hospital A debe mantenerse informado y alerta para identificar las vulnerabilidades que puedan afectar la seguridad, manteniendo y asegurando la confidencialidad de los activos. La norma ISO 27799 sugiere identificar variables, como la confidencialidad. Mostrar importancia a la información brinda calidad a los servicios de las empresas.

Directriz: se aplica el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de información para identificar los riesgos asociados a la pérdida de la confidencialidad.

Síntesis: el Hospital A aplica el proceso de evaluación de riesgos e identifica los riesgos asociados a la pérdida de confidencialidad según la norma ISO 27799, gracias a la intervención de terceros que se encargan de brindar este servicio.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: es necesario implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos y ofrecer la completa confidencialidad de la información. Según la norma ISO 27799 es necesario garantizar la confidencialidad de la información guardada.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: el Hospital A cuenta con la implementación de claves de ingreso como controles criptográficos, gestionando estas claves tanto para el administrador como para los invitados. Es importante desarrollar políticas para el uso de controles criptográficos, debido a que el personal especializado debe mantenerse informado de los diferentes cambios en la plataforma.

Directriz: la gerencia debe apoyar activamente la seguridad dentro de la organización a través de una dirección clara, compromiso demostrado, asignación explícita y reconocimiento de las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: la gerencia se interesa en el apoyo hacia salvaguardar la información de sus clientes en la institución. Es necesario que la gerencia no sobrevalore el área de sistemas y brinde un apoyo total para proteger la información de la clientela, según lo sugerido por la norma ISO 27799.

Directriz: definir las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: el Hospital A se hace responsable de llevar el control y protección de la información a una única persona. La norma sugiere contar con todo un equipo que brinde protección y gestión de la información.

Directriz: toda la información y los activos asociados a los medios de procesamiento de la información deben ser propiedad de una parte designada de la organización.

Síntesis: el Hospital A cuenta con personal capacitado en el área, dedicado al manejo de la información. Tiene la responsabilidad en el manejo de la información y los activos asociados a los medios de procesamiento.

Directriz: la información debe ser clasificada en términos de valor, requerimientos legales, confidencialidad y grado crítico para la organización.

Síntesis: el Hospital A clasifica la información y brinda niveles de seguridad mediante grados de importancia, lo cual indica cumplimiento de las especificaciones de la directriz dada por la norma ISO 27799, proporcionando orden y gestión necesaria.

Directriz: se debe proteger los medios de registro y la información del registro contra alteraciones y acceso no autorizado.

Síntesis: la información o activos de la empresa deben ser protegidos por medio de un registro a la información y uno contra alteraciones o acceso no autorizado, debido a que estos datos son lo más importante para los clientes, y lo más esencial para una empresa, pues se puede poner en juego su buen nombre al no garantizar que la información se mantenga íntegra y protegida.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: mantener los equipos con restricciones de seguridad y llaves de acceso da a conocer la importancia que tiene el Hospital A en evitar las oportunidades de filtración.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: el Hospital A debería contar con mejor seguridad para evitar la modificación de sus datos; es necesario evitar que se filtre información que vulnere los datos de la empresa según la norma ISO 27799.

Directriz: controlar la distribución de documentos.

Análisis: el Hospital A cuenta con un control de documentación manejado solo por el personal cualificado que necesite la información.

Síntesis: el Hospital A cuenta con control de distribución de documentos. Contar con un personal cualificado que valore la información es necesario para cumplir con esta directriz.

Directriz: es importante identificar la confidencialidad de los activos y evaluar el impacto de un fallo de seguridad que suponga pérdida de confidencialidad.

Síntesis: Hospital B, Confidencialidad

Síntesis: el Hospital B cuenta con una matriz de riesgos para evaluar e identificar el impacto de una falla de seguridad para preservar la confidencialidad. Evita las fallas y da oportunidades de mejoramiento en la seguridad.

Directriz: se aplica el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de información para identificar los riesgos asociados a la pérdida de la confidencialidad.

Síntesis: el Hospital B aplica el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de la información mediante una matriz de riesgos que permite clasificar los riesgos y al mismo tiempo desarrollar una oportunidad de mejoramiento según la norma ISO 27799.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: el Hospital B debe implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos. Es necesario proteger la información vital para los clientes, ya que en ellos queda el buen nombre de la empresa.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: el Hospital B debería implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos. Además, cuenta con personal reducido que tiene una alta carga laboral; puede deberse al poco apoyo que se tiene en el área de sistemas por parte de la gerencia.

Directriz: la gerencia debe apoyar activamente la seguridad dentro de la organización a través de una dirección clara, un compromiso demostrado, una asignación explícita y un reconocimiento de las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: el Hospital B cuenta con apoyo y recursos económicos por parte de gerencia, pero necesita una revisión de personal y de las tareas asignadas para cumplir con esta directriz.

Directriz: definir las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: el Hospital B tiene personal reducido con alta carga laboral que no permite el cumplimiento de las responsabilidades definidas de la seguridad de la información. Se debe realizar un análisis de tareas asignadas a cada trabajador del área para cumplir con la directriz.

Directriz: toda la información y los activos asociados a los medios de procesamiento de la información deben ser propiedad de una parte designada de la organización.

Síntesis: el Hospital B debería tomar a la información como un área de privilegio, y no es así, debido a la falta de empleados y la asignación de tareas.

Directriz: la información debe ser clasificada en términos de valor, requerimientos legales, confidencialidad y grado crítico para la organización.

Síntesis: el Hospital B clasifica en términos de confidencialidad el grado de importancia.

Directriz: se debe proteger los medios de registro y la información del registro contra alteraciones y acceso no autorizado.

Síntesis: el Hospital B debe contar con un formato de control de cambios debido a que es necesario llevar registro del acceso a la información electrónica según la norma ISO 27799 para mantener la información bien protegida contra filtraciones y modificaciones.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: el Hospital B cuenta con restricciones para prevenir la filtración en la información, aunque no cuente con el personal suficiente para llevar estas tareas.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: el Hospital B no ha sufrido filtraciones de información; cuenta con la seguridad reciente y se mantiene informado de futuras amenazas.

Directriz: controlar la distribución de documentos.

Síntesis: el Hospital B cuenta con distribución de documentos e información y los parámetros necesarios para cumplir con esta directriz.

Directriz: es importante identificar la confidencialidad de los activos y evaluar el impacto de un fallo de seguridad que suponga pérdida de confidencialidad.

Síntesis: Hospital C, Confidencialidad

Síntesis: es importante que el Hospital C implemente procesos de manejo de confidencialidad en información documental y electrónica. Es necesario evaluar el impacto de una falla de seguridad.

Directriz: se aplica el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de información para identificar los riesgos asociados a la pérdida de la confidencialidad.

Síntesis: el Hospital C aplica el proceso de evaluación de riesgos de seguridad de información según la Norma ISO 27799 y se mantiene informado de los nuevos riesgos.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: el Hospital C tiene políticas para el uso de controles criptográficos y claves para evitar fraudes informáticos y control de la información según la Norma ISO 27799.

Directriz: implementar y desarrollar una política para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Síntesis: el Hospital C debería implementar políticas para el uso de controles criptográficos para la protección de la información.

Directriz: la gerencia debe apoyar activamente la seguridad dentro de la organización a través de una dirección clara, un compromiso demostrado, una asignación explícita y un reconocimiento de las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: el Hospital C cuenta con apoyo por parte de la gerencia, y personal calificado para el manejo documental y demás procesos.

Directriz: definir las responsabilidades de la seguridad de la información.

Síntesis: el Hospital C debería contar con un área de seguridad de la información. Promete definir las, para contar con un equipo de protección de la información para cumplir con la norma ISO 27799.

Directriz: toda la información y los activos asociados a los medios de procesamiento de la información deben ser propiedad de una parte designada de la organización.

Síntesis: el Hospital C cuenta con diferentes áreas a cargo de la información para el procesamiento de la información, cumpliendo con la directriz.

Directriz: la información debe ser clasificada en términos de valor, requerimientos legales, confidencialidad y grado crítico para la organización.

Síntesis: el Hospital C clasifica la información mediante gestión documental, protegiendo la información y evitando fugas para cumplir con la directriz.

Directriz: se debe proteger los medios de registro y la información del registro contra alteraciones y acceso no autorizado.

Síntesis: el Hospital C protege los medios mediante un formato de control de cambios en los procesos de gestión de calidad.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: el Hospital C cuenta con acceso restringido a los servidores, evitando de esta manera, oportunidades de filtraciones en la información.

Directriz: evitar las oportunidades de filtraciones en la información.

Síntesis: el Hospital C toma este evento como una oportunidad de mejoramiento.

Directriz: controlar la distribución de documentos.

Síntesis: el Hospital C implementará controles de distribución de documentos e información para cumplir con esta directriz.

Directriz: en la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: Hospital A, integridad

Síntesis: eliminar las credenciales de acceso al momento de la finalización de empleos permite que no se filtre información y que muchos datos permanezcan íntegros, según la Norma ISO 27799.

Directriz: en la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: el Hospital A agrega acuerdos de confidencialidad en el contrato de trabajo. Los procesos internos se encargan de cumplir con la directriz dada por la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital A debería realizar pruebas de penetración de forma global que permiten evaluar el nivel de seguridad de la infraestructura tecnológica. No cumplen con esta directriz.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital A debería contar con controles de detección para software malicioso, dado que muchos virus, *malware*, se mantienen en estado pasivo, escondiéndose en los sistemas para luego activarse. No cumplen con esta directriz de la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital A cuenta con políticas para salvaguardar la información, como sostiene la Norma ISO 27799, y cumple con esta directriz al prevenir pérdidas de información, implementando los procesos apropiados.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital A se encarga de crear simulaciones que demuestran el funcionamiento de las copias de seguridad, en caso de caída o ataque a los servicios, realizando copias de seguridad que permiten la aprobación de esta directriz.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial, las cuales deben ser probadas regularmente de acuerdo con la política.

Síntesis: el Hospital A realiza copias de seguridad de toda su información, y se cerciora de que sea válida y funcional; se preocupa por la información comercial aprobando la directriz.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial y deben ser probadas regularmente de acuerdo con la política.

Síntesis: el Hospital A realiza copias de respaldo de la información y prueba su funcionamiento, cumpliendo con la directriz propuesta por la Norma ISO 27799. Muestra preocupación por toda la información perteneciente al hospital.

Directriz: mantener las redes controladas para protegerlas de amenazas, y controlar la información en tránsito.

Síntesis: el Hospital A cuenta con diferentes sistemas de seguridad para sus redes y su información en tránsito, cumpliendo con la directriz de la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe proteger la integridad de la información disponible públicamente, para evitar la modificación no autorizada.

Síntesis: el Hospital A protege la integridad de la información disponible públicamente para evitar la modificación no autorizada. Se debe preservar el buen nombre de la empresa, dado que esta información es vital.

Directriz: se debe identificar los requerimientos para asegurar la autenticidad y protección de la integridad de los mensajes en las aplicaciones, e implementar los controles apropiados.

Síntesis: el Hospital A identifica los requerimientos para asegurar la autenticidad y la protección con un servidor de correo y ofreciendo total cumplimiento de la directriz.

Directriz: identificar el impacto que pueden tener las pérdidas de integridad.

Síntesis: el Hospital A identifica el impacto que pueden tener las pérdidas de integridad e invita al uso de planes de contingencia para cumplir con esta directriz. Es necesario entender la integridad para saber protegerla.

Síntesis: Hospital B, integridad

Directriz: en la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros, se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: el Hospital B elimina rastros de derechos de acceso al finalizar el empleo de cada trabajador, contratista o tercero. Se evita las fugas de información y actos malintencionados de los empleados que finalizan contrato, cumpliendo con la directriz.

Directriz: en la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: el Hospital B cuenta con un acuerdo de confidencialidad en los contratos, protegiendo al hospital de fugas de información, cumpliendo así con la directriz.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital B cuenta con protección contra amenazas informáticas, pero no realiza pruebas de vulnerabilidad. Es necesario realizar estas pruebas para comprobar el buen funcionamiento de la seguridad, y obtener oportunidades de mejoramiento. No cumplen con la directriz.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital B debería contar con pruebas de vulnerabilidad. Probar el funcionamiento de la seguridad es vital para asegurar su correcta protección según la Norma ISO 27799. No cumplen con la directriz.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital B cuenta con copias de seguridad de la información para recuperar su información de ataques maliciosos. Cumple con la directriz de la Norma ISO 27799. Contar con copias de seguridad demuestra preocupación por la información.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital B realiza pruebas antes de implementar software. Su software se encuentra en producción.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial, y probarlas regularmente de acuerdo con la política.

Síntesis: es necesario realizar pruebas de verificación en las copias de seguridad. El Hospital B cumple con la directriz debido a la realización de pruebas mensuales en las copias de seguridad.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial y probarlas regularmente de acuerdo con la política.

Síntesis: contar con pruebas en el software antes de utilizarlo en producción garantiza el uso de software de calidad y es necesario para complacer a los trabajadores y clientes, cumpliendo con la directriz propuesta.

Directriz: mantener las redes controladas para protegerlas de amenazas, y controlar la información en tránsito.

Síntesis: el Hospital B no mantiene controladas las redes de la información en tránsito, por el personal reducido y la alta carga laboral, y también podría deberse al poco apoyo dado por la gerencia al área de sistemas.

Directriz: se debe proteger la integridad de la información disponible públicamente para evitar modificaciones no autorizadas.

Síntesis: el Hospital B debería contar con las herramientas necesarias para proteger la integridad de la información. El personal debería ser más numeroso y debería haber más apoyo de parte de la gerencia para cumplir con estas falencias, según la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe identificar los requerimientos para asegurar la autenticidad y protección de la integridad de los mensajes en las aplicaciones, e implementar los controles apropiados.

Síntesis: el Hospital B no cuenta con un servidor de correo en el área de sistemas; tiene un personal reducido, con alta carga laboral, sin implementar las herramientas necesarias. No cumple con la Norma ISO 27799 porque no defiende la integridad de los mensajes de los empleados. No cuenta con los controles apropiados.

Directriz: identificar el impacto que se puede generar con las pérdidas de integridad.

Síntesis: el Hospital B debería identificar el impacto que se puede generar con las pérdidas de integridad. Entender variables como la integridad permite garantizar la seguridad de los pacientes respecto a su información.

Síntesis: Hospital C, Integridad

Directriz: cuando se dé la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros, se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: el Hospital C cuenta con talento humano para eliminar los permisos de los trabajadores que finalizan contrato; cumple con esta directriz porque se preocupa por evitar la filtración de información por parte de los empleados que dejan la empresa.

Directriz: ante la terminación del empleo de los trabajadores, contratistas y terceros se debe eliminar todos los derechos de acceso.

Síntesis: el Hospital C implementa un acuerdo de confidencialidad en el contrato de sus trabajadores, evitando así la fuga de información.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital C cuenta con controles de prevención. Se debería mencionar el uso de pruebas de penetración para detectar vulnerabilidades.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital C cuenta con restricciones a páginas web, detectando controles de detección maliciosa mediante antivirus, cumpliendo con la directriz de la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: es necesario contar con controles de recuperación, ya que se debe planificar formas de recuperación de desastres. Calcular la capacidad de la empresa contra estos desastres, el tiempo máximo para retomar las operaciones. El hospital no cumple con la directriz de la Norma ISO 27799.

Directriz: se debe implementar controles de detección, prevención y recuperación para protegerse de códigos maliciosos, y procedimientos de conciencia apropiados.

Síntesis: el Hospital C realiza pruebas piloto en un servidor alternativo; es necesario probar el software antes de implementarlo para garantizar un mejor funcionamiento de las herramientas utilizadas por el hospital. Éste cumple con la directriz, al tener un servidor de pruebas de software.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial y deben ser probadas regularmente de acuerdo con la política.

Síntesis: el Hospital C realiza copias de seguridad de la información y revisa los *backups* para comprobar su calidad. Cumple con la directriz al preocuparse de la información y hacer un uso apropiado del software.

Directriz: realizar copias de respaldo de la información comercial mediante un software esencial, y deben ser probadas regularmente, de acuerdo con la política.

Síntesis: el proceso utilizado por el Hospital C es necesario para verificar la calidad de la información y su integridad. Cumple con la directriz.

Directriz: mantener controladas las redes para protegerlas de amenazas, y controlar la información en tránsito.

Síntesis: las revisiones de registros utilizadas por el Hospital C cumplen con la directriz debido a que controlan la información en tránsito y monitorean las posibles amenazas que pueda darse.

Directriz: se debe proteger la integridad de la información disponible públicamente para evitar modificaciones no autorizadas.

Síntesis: el uso de claves de acceso cumple con la directriz propuesta, ya que solo el personal autorizado tiene acceso a la información.

Directriz: se debe identificar los requerimientos para asegurar la autenticidad y protección de la integridad de los mensajes en las aplicaciones, e identificar e implementar los controles apropiados.

Síntesis: el uso de correos corporativos e intranet cumple con la directriz de la Norma ISO 27799 debido a que mantiene la integridad de los mensajes con controles apropiados para las aplicaciones.

Directriz: identificar el impacto que pueden tener las pérdidas de integridad

Síntesis: hay que entender la variable a evaluar para garantizar la protección de la información de los clientes, y que ésta sea completamente auditable.

Directriz: implementar planes para mantener o restaurar las operaciones y asegurar la disponibilidad de la información en el nivel requerido y en las escalas de tiempo requeridas, después de la interrupción o falla en los procesos importantes.

5. Discusión

El trabajo investigativo busca dar a conocer las posibles falencias en el área de sistemas en cuanto al manejo de la información, mediante la evaluación de las directrices de la Norma ISO 27799 a los representantes del área de sistemas. Se encontró un nivel bastante alto de cumplimiento de la norma con las directrices seleccionadas. Los principales problemas que afectaron este trabajo de investigación fueron el uso de una encuesta como tal, debido a que era difícil corroborar las respuestas dadas por los representantes de los hospitales; en este caso se tomó fotos para demostrar la veracidad de las respuestas dadas por los representantes del área de sistemas, a quienes se les hizo tres preguntas al azar.

A diferencia de los antecedentes, se desarrolló una encuesta donde cada pregunta fue formulada con base en las directrices de la Norma ISO 27799. Se buscó evaluar el nivel de integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información. Los hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto cuentan con un cumplimiento promedio del 73 %, debido a la complejidad de algunas directrices, y a la falta de recursos para cumplirlas. El nivel de confidencialidad promedio es del 69 %; el nivel de integridad es de un 75 % y el nivel de disponibilidad es de un 48 %; esto se debe a que uno de los tres hospitales evaluados cuenta con un nivel inferior a los demás, disminuyendo el promedio para los demás hospitales.

Como recomendaciones, se sugiere la lectura de las normas ISO 27799 e ISO 27002. La primera ayuda a interpretar las normas ISO 27001 y 27002 en los hospitales. Para entender mejor las directrices evaluadas, es necesario entender las variables evaluadas: Integridad, Disponibilidad y Confidencialidad, para garantizar la seguridad de la información, y que ésta sea fielmente auditable durante todo su ciclo de la vida.

Una de las conclusiones más marcadas y que se ve durante todo el segundo objetivo, es la falta de apoyo de la gerencia en el área de sistemas, debido a que no hay una buena organización de las actividades del área, o los recursos son pocos y no son bien distribuidos, y no se cuenta con el personal adecuado para las diferentes actividades que cumplen con las directrices de la Norma ISO 27799.

6. Conclusiones

En la presente investigación se demostró que se puede clasificar las diferentes directrices de la Norma ISO 27002 en las diferentes variables evaluadas por la Norma ISO 27799 que son la confidencialidad, integridad y disponibilidad. El uso de fichas de revisión documental facilita la clasificación de las directrices por variable.

Muchas de las directrices de la Norma ISO 27799 pertenecen a más de una variable; en esta investigación se seleccionó aquellas más afines a las variables mencionadas, para su estudio e implementación en los hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto. El uso de fichas de revisión documental facilitó su clasificación, pero es necesario explorar diferentes herramientas para organizar las directrices de tal manera que no afecte a la investigación, el uso de una directriz en dos o tres variables a la vez, facilitando su evaluación.

Uno de los hallazgos más importantes durante la caracterización de las directrices de la Norma ISO 27799 de seguridad y gestión de la información, fue la cantidad y el nivel de calidad de las directrices de las normas ISO 27002 y 27799, porque todas las directrices se prestan para formular diferentes preguntas que colaboran enormemente en el desarrollo de esta investigación. Las directrices son exactas y fáciles de entender; cualquier ingeniero en el área podría entenderlas y aplicarlas.

Al caracterizar la forma como los hospitales de la ciudad de San Juan de Pasto manejan la seguridad y gestión de la información, se da a conocer que los ingenieros encuestados no evaluaban los impactos de una falla en las pérdidas de confidencialidad, integridad y disponibilidad, lo cual era un punto importante para cumplir con las directrices asociadas a cada variable, de modo que es necesario entender el nivel de cumplimiento de cada variable, al igual que sus falencias.

En muchas de las preguntas formuladas, el Hospital B utiliza una justificación: el reducido número de personal y la alta carga laboral no permiten destinar tiempo para implementar dichas herramientas. La gerencia puede ser la culpable de esta falencia, debido a que no se cuenta con el personal suficiente, las actividades dedicadas a la seguridad no son aplicadas o los cronogramas de la empresa no permiten implementar algunas directrices.

Demostrar la veracidad de la información suministrada por los representantes de los hospitales es una tarea compleja; se tomó pruebas fotográficas para indicar tres de las preguntas seleccionadas al azar en cada hospital, pero es necesario contar con pruebas de cada respuesta obtenida para aumentar la calidad de la investigación.

Implementar las preguntas de la encuesta con base en las directrices seleccionadas de la Norma ISO 27799 en los hospitales, demostró su importancia para los encuestados, debido a que evidenciaron interés en las preguntas y en la norma. Sugirieron volver a aplicar la encuesta en un futuro, para poder comprobar si su nivel de calidad en seguridad aumenta. Este tipo de investigaciones ofrece oportunidades de mejoramiento en las empresas públicas y privadas.

El Hospital B cuenta con un nivel de confidencialidad, integridad y disponibilidad inferior, debido a la falta de personal en el área de sistemas

para cumplir con las diferentes directrices de la norma, pero el Hospital C, con un número inferior de personal, cuenta con un nivel superior de confidencialidad, integridad y disponibilidad. Se puede concluir que el Hospital C tiene un mejor orden en horarios, y un mayor apoyo de la gerencia para el desarrollo de las diferentes directrices.

Es necesario que los hospitales de Pasto se certifiquen o busquen aplicar las directrices de la Norma ISO 27799 porque la información manejada por el sector sanitario es crítica, y desde muchos puntos de vista, más sensible. Se ha comprobado la calidad de las directrices de esta norma durante la investigación; es una oportunidad de mejoramiento para los hospitales y brinda calidad en sus servicios y seguridad en la información de los clientes.

Referencias

- Álvarez, Z. y García, G. (2007). Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información Basado en la Norma ISO (27001). Intranet de la Corporación Metropolitana de Salud. Quito. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/27557945_Implementacion_de_un_sistema_de_gestion_de_seguridad_de_la_informacion_basado_en_la_norma_ISO_27001_para_la_intranet_de_la_Corporacion_Metropolitana_de_Salud
- Argote, I., Hernández, G., Jiménez, R. y Martínez, A. (2015). Producción de conocimiento con CLIPS para el apoyo a la toma de decisiones en el gobierno municipal colombiano. *Revista Tecnológica ESPOL*, 28(5), 12.
- Casadiegos, A., Quintero, M. y Toro, M. (2014). Sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI) para el área de contabilidad de la E.S.E. Hospital Local de río de Oro Cesar (trabajo de especialización). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/327/1/25098.pdf>
- Congreso de Colombia. (2009). Ley 1273 DE 2009 "por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado de la protección de la información y de los datos- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones" Recuperado de <http://acueductopopayan.com.co/wp-content/uploads/2012/08/ley-1273-2009.pdf>
- Congreso de Colombia. (2012). Artículo 1 Ley Estatutaria No. 1581. Recuperado de <https://www.sisben.gov.co/Documents/Informacion-C3%B3n/Leyes/LEY%20TRATAMIENTO%20DE%20DATOS%20-%20LEY%201581%20DE%202012.pdf>

Constitución Política de Colombia. (1991). Artículo 15, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-2/capitulo-1/articulo-15>

Constitución Política de Colombia. (1991). Artículo 6, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://www.constitucioncolombia.com/titulo-1/capitulo-0/articulo-6>

García, C. (2012). Establecimiento del Sistema de Seguridad de Información En SFG Bajo los Estándares de la Norma ISO 27001: 2005 (trabajo de especialización). Universidad EAN, Bogotá, Colombia. Recuperado de <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/2532/Garcia-Camilo2012.pdf?sequence=1>

Gelbstein, E. (2011). La Integridad de los Datos: El Aspecto más Relegado de la Seguridad de la Información. *ISACA Journal*, 6, 1-6- Recuperado <https://www.isaca.org/Journal/Documents/11v6-Data-Integrity-Information-Security-Poor-Relation-spanish.pdf>

Gómez, H., Jiménez, R., Hernández, G. y Martínez, A. (2017). Comparativa entre CRISP-DM y SEMMA para la limpieza de datos en productos MODIS en un estudio de cambio de cobertura y uso del suelo: Comparative between CRISP-DM and SEMMA for data cleaning of MODIS products in a study of land use and land cover change. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 2(3), 598-604. doi: 10.25046/aj020376

International Standardization Organization (ISO). (2014). ISO 27799 para la industria sanitaria. Recuperado de <https://www.pmg-ssi.com/2014/05/iso-27799-para-la-industria-sanitaria/>

----- (2013). Norma ISO 27002. Recuperado de <https://iso27002.wiki.zoho.com/>

Jaspe, H. (2011). Diseño de un Sistema de Seguridad para Redes de Datos del Ministerio del Poder Popular para la Educación (trabajo de especialización). Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. Recuperado de <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS2281.pdf>

Martínez, B. (2008). ISO (27799) Seguridad de la Información en el Sector Sanitario. Recuperado de <http://www.sticc.com/articulos/ver.aspx?Id=39>

Mifsud, E. (2012). Introducción a la Seguridad Informática - Seguridad de la Información / Seguridad Informática. Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/software/software-general/1040-introduccion-a-la-seguridad-informatica?start=1>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2013). Decreto 1377 de 2013. Recuperado de http://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-4274_documento.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2009). Artículo 1. Ley Estatutaria No. 1341. Recuperado de <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3707.html>

Rodríguez, A. y Sumalabe, K. (2014). Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información para el Laboratorio Clínico Cofesalud IPS Ltda. Ciudad de Ocaña (tesis de pregrado). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia. Recuperado de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/392/1/25766.pdf>

Santos, G. (8 de julio de 2012). Seguridad Informática Estatal. *El Tiempo*. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-12011552>

Capítulo 8

Modelo de Servitización como estrategia de competitividad en Mipymes del sector TIC del municipio de Pasto - Colombia

José Javier Villalba Romero¹

¹ Magíster en Dirección Estratégica: Especialidad Telecomunicaciones, Universidad Internacional Iberoamericana, Puerto Rico; Especialista en Informática y Telemática; Especialista en Docencia Universitaria; Especialista en Administración y Gerencia Institucional; Ingeniero de Sistemas, Docente, Universidad Mariana, Pasto, Colombia. Coordinador de Proyección Social, Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana. Correo electrónico: tutorjaviervillalba@gmail.com / jvillalba@umariana.edu.co

Resumen

Este artículo muestra el resultado de una investigación realizada para la implementación de un Modelo de Servitización en micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de la ciudad de Pasto, como estrategia de competitividad, para hacer de este modelo, una herramienta que permita incorporar servicios adicionales a los productos que cada mipyme comercializa u ofrece a sus clientes. Son varios los servicios que se incorporan al producto por parte de los microempresarios, entre los que se destaca: mantenimiento, instalación y configuración, que hacen más atractiva la compra por parte de los clientes.

El modelo de servitización está organizado de forma que cada mipyme del sector TIC identifique las características del mercado, sus clientes y a la vez los servicios, tanto básicos como intermedios y avanzados que pueden incorporar en el proceso de comercialización de sus productos. De igual manera, les permite ir evaluando el impacto que se obtiene en competitividad en el sector.

En general, al evaluar la herramienta se logró determinar el aporte significativo que brinda la servitización en las mipymes y la necesidad de incorporarlo en otros sectores en la ciudad de Pasto.

Palabras clave: Micro, pequeñas y medianas empresas, servitización, modelo, servicio, estrategia.

Servitization Model as a competitive strategy in SMEs in the TIC sector of Pasto - Colombia

Abstract

This article reveals the result of a research carried out for the implementation of a Servitization Model in micro, small and medium enterprises (MSMs) of the Information and Communication Technologies (ICT) sector of the city of Pasto, as a strategy of competitiveness, to make this model, a tool that allows to incorporate additional services to the products that each MSM sells or offers to its customers. There are several services that are incorporated into the product by micro entrepreneurs, among which stand out: maintenance, installation and configuration, which make buying more attractive by customers.

The servitization model is organized so that each SMS of the ICT sector identifies the characteristics of the market, its customers and at the same time the basic, intermediate and advanced services that can be incorporated in the process of marketing their products. In the same

way, it allows them to evaluate the impact obtained in competitiveness in the sector.

In general, when evaluating the tool it was determined the significant contribution provided by the servitización in MSMs and the need to incorporate it in other sectors in the city of Pasto.

Key words: Small, and medium enterprises, servitization, model, service, strategy.

1. Introducción

Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) son entidades independientes, con una alta presencia en el mercado comercial, quedando excluidas del mercado industrial por las grandes inversiones necesarias y por las limitaciones que impone la legislación colombiana en cuanto al volumen del negocio y de personal, los cuales, si son superados, convierten, por ley, a una microempresa en una pequeña empresa, o a una mediana empresa en una gran empresa.

Según estudios de la Cámara de Comercio (2017), en la ciudad de Pasto, el mayor renglón de la economía se da por el sector comercial, el cual es nutrido por las Mipymes.

En esta investigación se identifica la situación actual de las Mipymes en Colombia y se caracteriza las del sector TIC en Pasto; a la vez, se propone un modelo de servitización que permita impulsar la competitividad, llevándolas a ofrecer servicios avanzados en torno a los productos existentes, así como lineamientos para innovar en servicios al cliente y mejorar la oferta de sus productos, que iluminen el camino que deben seguir como factor de desarrollo productivo y competitivo.

En la actualidad no se cuenta con un modelo de servitización que apoye la competitividad de las Mipymes del sector TIC en Pasto y les permita innovar en servicios, productos y atención al cliente, e incremente las ventas en mercados saturados. Con ello, los micro, pequeños y medianos empresarios podrán contar con una herramienta que les permita revisar y apropiarse para evolucionar en sus servicios y que estos no se queden estancados; que puedan ofrecer un producto con valor agregado y que no sean superados por competidores que avancen en los servicios que rodean al producto.

El trabajo se inicia con una descripción y caracterización de las Mipymes en Colombia, así como las de nivel departamental, centrando la atención en las del sector TIC de Pasto, su modelo de negocios y la forma como han venido implementando o no estrategias de innovación en servicios con valor agregado a sus productos.

Una vez identificado este aspecto, se diseña el Modelo de Servitización como apoyo a la competitividad del sector TIC, con pasos bien definidos que lleven a las Mipymes a obtener una ventaja competitiva y mejoramiento de sus servicios.

El modelo se implementa en 35 mipymes del sector TIC en Pasto, previa capacitación apoyada por la Asociación de Micro, Pequeños y Medianos Empresarios (ACOPI). Una vez se ha incluido algunos servicios adicionales a los productos, se evalúa su aporte como estrategia de competitividad.

2. Metodología

La investigación se aborda desde una revisión documental y bibliográfica sobre aspectos de las mipymes a nivel global, nacional y regional, así como algunas investigaciones y estadísticas del gobierno sobre crecimiento por sectores, en especial en el sector TIC en Pasto, y aportes de los procesos de servitización en las empresas. De igual manera, se soporta en la implementación de la servitización en empresas productivas en el mundo, que sirven de referente para la construcción e implementación del modelo. Con ello se define un modelo de servitización que les permite a las mipymes implementar estrategias de valor agregado a los productos y servicios adicionales en el sector de TIC en Pasto. El modelo se implementó en las Mipymes de Pasto y su nivel de eficiencia fue evaluado en el producto/servicio.

2.1 Tipo de investigación

La investigación se considera de tipo descriptivo, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2014), consiste en indicar todas las características del fenómeno que se estudia, lo cual para el proyecto es el diseño del modelo de servitización en las mipymes del sector TIC en Pasto. De igual manera es aplicada, ya que Murillo (2008, citado por Vargas, 2009), la define como una característica que busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquiere otros, después de implementar y sistematizar el modelo. El uso del conocimiento y los resultados de investigación dan como resultado, una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad y de aplicar un modelo que podrá validar su aporte a las mipymes en Pasto.

2.2 Paradigma de investigación

García (1994) define el paradigma cuantitativo objetivista, edificado sobre la autoridad de los evaluadores para intervenir; se identifica con la autoridad del experto, basada en una imagen dualista del mundo (sujeto/objeto), estática, de datos, en el que la ciencia es el único camino de conocimiento y la 'realidad' como el único objeto posible del conocimiento. La evaluación

'acrítica', 'neutral', 'desinteresada', se fundamenta en el interés por el control y en los valores de eficiencia, eficacia, certidumbre y predictibilidad.

Además de lo expuesto, vale decir que la investigación cuantitativa estudia la asociación o relación entre las variables que han sido cuantificadas, lo que ayuda aún más en la interpretación de los resultados. Este tipo de soluciones busca, mediante la indagación, obtener datos de los pequeños y medianos empresarios sobre la validez del modelo de servitización en sus empresas.

2.3 Enfoque de investigación

La investigación se ubica dentro de un enfoque empírico-analítico, ya que según Romero (2008), empírico "se refiere a la denominada investigación científica clásica, que consiste en plantear situaciones problemáticas a partir de hipótesis de trabajo para demostrarlas" (p. 86); además, busca el dominio y conocimiento a través de la experiencia, y se interesa por controlar y predecir los hechos que se estudia, para ser modificados. Y analítico, ya que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías.

Para el caso, se describirá los métodos de comercialización de los productos y servicios en las mipymes y se diseñará un modelo de servitización para ser implementado en el sector TIC en Pasto, como una forma de hacer más competitivas estas empresas.

2.4 Población y muestra

Población: mipymes de Pasto, las cuales serán descritas en cuanto a estructura y conformación, así como el aporte a la economía de la región.

Muestra: se tomó como muestra representativa de la población, a las mipymes del sector TIC en Pasto, encargadas de comercializar, distribuir y proveer recursos tecnológicos a toda la ciudad de Pasto, y a quienes va dirigido el modelo de servitización.

2.5 Variables de investigación

El nivel de servicio, el cual es independiente, y el nivel de apropiación del modelo de servitización y la eficiencia del modelo.

2.6 Técnicas de recolección de información

Para la investigación se usó la observación directa, entrevistas y encuestas a los pequeños y medianos empresarios del sector TIC de la ciudad de

Pasto, que permitieron identificar sus organizaciones y a la vez medir el nivel de apropiación y eficiencia del modelo de servitización.

2.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Para el análisis e interpretación de datos se manejó la hoja electrónica en Excel, que permitió generar gráficas y a la vez sintetizar en tablas los hallazgos del proceso investigativo.

3. Resultados

3.1 Análisis del Modelo de Servitización

El proceso investigativo inició con la identificación de los productos y servicios de cada una de las mipymes del sector TIC en Pasto, basados en la observación directa a cada una de las instalaciones, encontrando que muchas de ellas cuentan con un modelo de negocios basados en el producto; es decir, se dedican a la venta y comercialización de computadores, *laptop*, impresoras, dispositivos de red como *Hub*, *switchs*, *routers*, tarjetas de red, accesorios tales como *mouse*, teclados, *boards*, sistemas de refrigeración de *boards*, microprocesadores, memorias, tintas para impresoras, entre otros. Aquéllas que ofrecen servicios de mantenimiento, instalación, configuración de equipos son muy pocas, ya que el fuerte es la venta de productos; sin embargo se presta este tipo de servicios con costos adicionales al cliente.

3.2 Análisis de requerimientos

Este proceso se realizó mediante la técnica de entrevista no estructurada, que pretendía identificar la forma como cada mipyme del sector TIC desarrollaba su modelo de negocios, y los diferentes elementos funcionales y expectativas que cada una de ellas tenía sobre el servicio al cliente y la importancia de incluir valor agregado a sus productos en el proceso de comercialización y venta.

Dentro de los requerimientos que plantea cada uno de los representantes de las mipymes del sector TIC frente al modelo de servitización, se encuentra que:

- Debe ser un modelo fácil de entender por cada una de las mipymes del sector TIC.
- El modelo de servitización debe permitir modificarlo y adaptarlo a las condiciones de la empresa.
- El modelo debe permitir identificar los servicios que se pueda incorporar al producto y a la vez costear estos servicios adicionales.
- Se debe realizar capacitaciones a los empleados, que permitan crear en ellos la cultura del servicio en el producto.

- El modelo debe permitir a las mipymes ser más competitivas en el mercado de las TIC.
- El modelo debe presentar toda la cadena de valor en el proceso de venta, comercialización y distribución de los productos.

Tomando como referente lo anterior, se define la Entrada, el Proceso y la Salida que debe tener el modelo en esta etapa de análisis (Ver Figura 1).

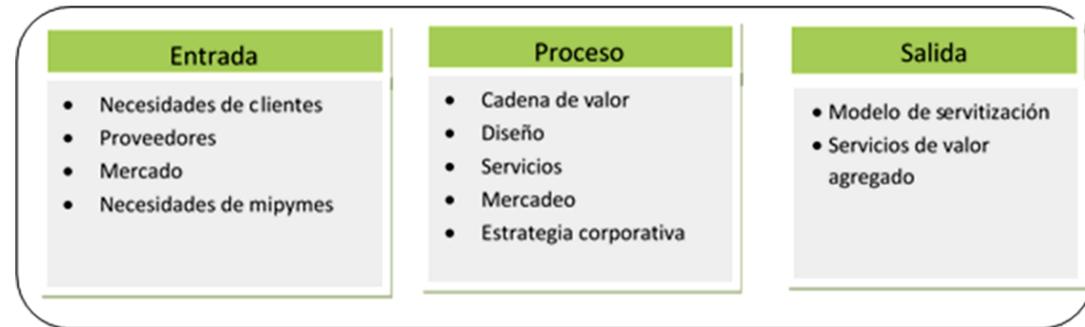


Figura 1. Análisis del modelo de servitización.

Las entradas al sistema parten de las necesidades de los clientes hacia las empresas, quienes orientan a las mipymes sobre sus tendencias en el mercado, y sus expectativas acerca de sus productos. Estas necesidades deben permitir que al incorporar el modelo se analice por parte de cada una de ellas y se canalice para dar cumplimiento y hacer más atractiva hacia el cliente la compra o la adquisición de un producto o servicio.

Los *stakeholders* o interesados en el modelo de servitización son los clientes, proveedores, empleados de las mipymes del sector TIC que impulsan el negocio y la organización a cumplir sus objetivos organizacionales y estratégicos (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Stakeholders (interesados en el Modelo de Servitización)

Interesados	Rol	Participación en el Modelo
Representante legal de la Mipyme	Administrador de la mipyme	<ul style="list-style-type: none"> • Define requerimientos del modelo • Facilita información de sus productos y servicios • Evalúa el modelo
Clientes	Comprador de productos y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Propone expectativas del servicio
Proveedores	Vendedor de productos y accesorios a las mipymes	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda información del mercado de las TIC.

Otra entrada al modelo son el mercado y las tendencias, ya que, por ser un sector de tecnología, se debe tener en cuenta cómo fluctúan las nuevas versiones para mantener actualizado el *stock* de productos y no ofrecer productos obsoletos. Esto marca mucho la tendencia a la compra y adquisición por parte de los clientes, así como sus precios.

En la fase de proceso se identifica varias actividades que permiten incorporar valor agregado al producto; entre ellas, la cadena de valor, el diseño del modelo, el mercadeo, los tipos de servicios y la estrategia corporativa.

La salida del sistema permite definir con claridad los servicios incorporados por las mipymes al producto, así como sus consumidores y receptores del modelo.

3.3 Diseño del modelo de servitización

La servitización consiste en innovar en la propuesta al cliente, incorporando a la oferta del producto, servicios que incrementen el valor de los mismos. Es un proceso de cambio estratégico de las organizaciones, que se orienta a la venta de sistemas producto-servicio. Asimismo, se considera una estrategia en donde muchas de las empresas incorporan a sus productos y servicios un valor agregado para facilitar sus ventas y alargar la relación mantenida con los clientes, o crear nuevas oportunidades en mercados emergentes.

Con este nuevo concepto de servitización se persigue que emerjan nuevos modelos de negocios basados en la personalización extrema, la incorporación de capacidad de procesamiento en el producto para su conversión en producto-servicio, la creación del llamado 'ciclo virtuoso', que relaciona cliente con proveedor a través del producto, la evolución del 'soft' de funcionalidades del producto una vez servido, etc.

Los modelos de negocios se vienen modificando debido a la información que se dispone de las potencialidades de los clientes y la demanda por parte de los mismos de soluciones globales a sus necesidades. Las mipymes del sector TIC de Pasto, con el fin de poder posicionarse en el mercado y a la vez poder cubrir las necesidades de sus clientes, deben decidir por incorporar nuevos servicios que les permitan mejorar su competitividad. Por lo tanto, se les propone un modelo de servitización que incorpore ofertas conjuntas de producto-servicio a partir del conocimiento del cliente, de manera tal que se genere valor añadido para el mismo.

Este tipo de sistema está dando vuelta a los modelos productivos tradicionales, incorporando modelos alternativos que en algunos casos ya están dando resultados, ya que dejan de vender productos y se dedican a vender servicios.

Se ha seleccionado este tipo de mipymes, debido a la capacidad de innovación que tienen en sus productos-servicios ya que están relacionados con la tecnología e innovación y el poder que ellas tienen para explicar esas tendencias de gestión.

3.4 Estructuración del Modelo de Servitización en Mipymes TIC Pasto

Cada mipyme debe iniciar por identificar y entender su funcionamiento, recursos y estrategias, para decidir la combinación entre producto y servicio. Esto no implica caer en la trampa de pasar a una estructura totalmente al servicio, sino entender que es un proceso en donde la empresa entra a reubicar esos recursos para ponerlos al servicio del cliente. De igual manera, no se puede pasar del producto al servicio de manera rápida, sino que, estratégicamente, el producto es una plataforma que permite la venta 'cruzada' de servicios.

La relación que se crea con los clientes en las mipymes es muy fuerte y genera dependencia. Por ello, es más fácil entenderlo y generarles confianza, lo que facilita la transición del producto al servicio.

Otro elemento importante en el proceso de servitización es contar con el personal calificado en el área de producción y en el de ventas. Igualmente, saber cómo es usado el producto, en qué parte del proceso productivo está integrado y qué necesidades tiene el cliente, que ayude a identificar oportunidades latentes. Esta oportunidad puede servir para ofrecer un servicio asociado al producto, como puede ser la instalación o el mantenimiento.

Es importante trabajar con los clientes con los cuales se tiene una relación larga y duradera, ya que ellos generan confianza y pueden someterse a probar los nuevos servicios incorporados a los productos, y a la vez, si éstos son de su agrado, que sean ofrecidos a unos nuevos clientes.

El modelo inicia con la identificación de las diferentes necesidades de los clientes, para lo cual las mipymes del sector TIC deben definir estrategias que permitan focalizar el tipo de productos o servicios que desean comprar o adquirir, y poder definir si los clientes necesitan instalación, entrenamiento o configuración de los dispositivos adquiridos, lo cual se convierte en una oportunidad para ellas, de tal manera que puedan tras esto, presentar una propuesta de servicios adicionales que busquen la satisfacción del cliente.

El análisis de productos o servicios de los clientes debe ser canalizado a través de las mipymes, quienes deben trabajar con relación a los clientes, para incluir en ellos tres tipos de servicios: Básicos, Intermedios y Avanzados, que deben ser incorporados a las estrategias que deben definir las mipymes para agregar cadena de valor a sus productos (Ver Figura 2).

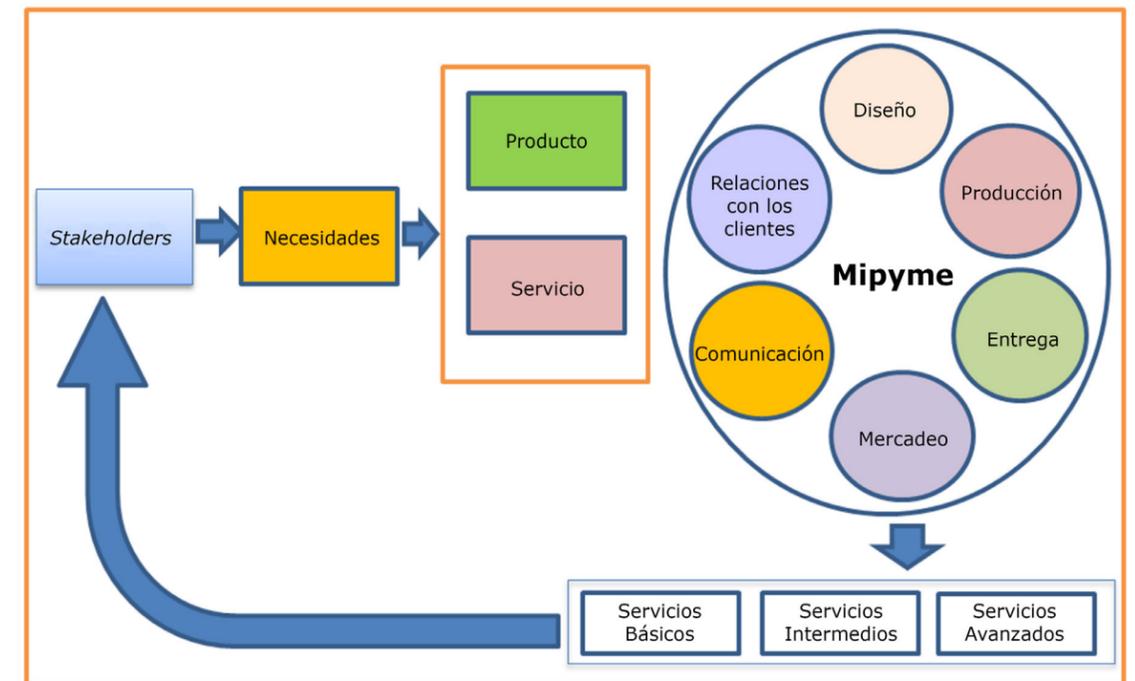


Figura 2. Modelo de Servitización en Mipymes del sector TIC en Pasto.

En la Figura 2 se observa la importancia de los *stakeholders* como entrada, que para el caso, serán: clientes, proveedores y prestadores de servicios de las diferentes mipymes del sector TIC, los cuales les darán la información necesaria de sus necesidades y requerimientos, para que sean analizadas y tenidas en cuenta al incorporarlas en los productos o servicios. Luego se procede a diseñar la estrategia de incorporación del servicio al producto, lo cual implica el proceso de producción, que no es más que acoplar el diseño a las necesidades del cliente y plantear con ello la forma de entrega y comercialización que implica todo el mercadeo que se debe hacer para que éste vea claramente el beneficio que se propone por parte de las empresas, y que implica todo un proceso de comunicación y relaciones mutuas.

Otro aspecto importante en el modelo es definir los diferentes tipos de servicios que se debe incorporar a los productos y que se enuncia a continuación:

3.5 Tipos de servicios

Las mipymes del sector TIC pueden ofrecer diferentes tipos de servicios, que son clasificados desde el punto de vista estratégico; lo importante es definir dónde se crea el beneficio que está buscando el cliente. (Figura 5).

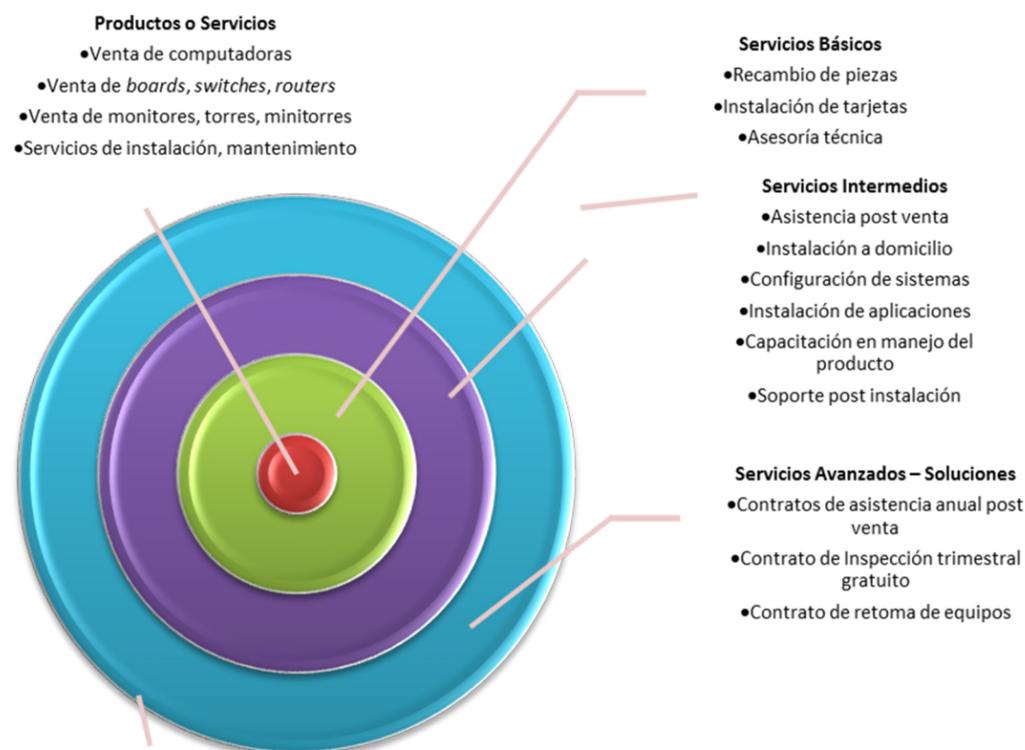


Figura 3. Servicios en mipymes del sector TIC en Pasto.

De modo que los servicios que presenta la Figura 3 son:

3.6 Servicios Básicos

Son aquéllos que acompañan al producto cuando el cliente quiere realizar internamente la operación que va a desempeñar con ese producto. Para el caso de las mipymes del sector TIC son los servicios de recambio de piezas de los equipos de cómputo, discos duros, boards, tarjetas de red, entre otros, o de los equipos que han vendido o distribuido.

Este tipo de servicio es el paso inicial de una Mipyme TIC que produce y vende un producto, ya que no requiere un cambio significativo con respecto a la mentalidad tradicional de una Mipyme manufacturera. De igual manera,

Es el que tiene menos posibilidad de limitar los efectos de la competencia, ya que son servicios que, en muchos casos, se puede proveer lejos de donde están los clientes, gracias a las cadenas de distribución modernas y los sistemas de comunicación. (Ruiz y Arroniz, s.f., p. 16).

3.7 Servicios intermedios

Son servicios en los que la mipyme proveedora del servicio del sector TIC, “presta asistencia en la operación que se va a desempeñar con el producto.

De esta forma, utiliza el producto como plataforma para aumentar el valor para el cliente, permitiéndole obtener una longevidad superior del mismo” (Ruiz y Arroniz, p. 15); entre estos, están los servicios de instalación, configuración, asistencia técnica o capacitación, que garantizan la eficiencia del producto vendido.

Este tipo de servicios es más atractivo,

Ya que el mantenimiento y la instalación requieren la presencia cercana al cliente como prerequisite, además de aumentar los requerimientos de conocimientos técnicos. De este modo es menos fuerte y dañino el impacto de los competidores *low cost*, y hacen que estos servicios sean más atractivos estratégicamente para permitir que las Mipymes del sector TIC que no pueden competir directamente en costos se diferencien. (Ruiz y Arroniz, s.f., p. 16).

De igual manera, las soluciones tienen un componente de cercanía con el cliente, no solo respecto a la parte física, sino de su conocimiento, por cuanto se le da la importancia hasta llegar a ser parte integral del negocio y compartir riesgos juntos. Para este tipo de servicio, las posibilidades de diferenciación son casi infinitas, ya que el servicio se personaliza o se modifica de acuerdo con las preferencias del cliente de forma individualizada, llegando a la ‘co-creación’ y, si conviene, a la caracterización única del producto. De este modo, se entra en lo que hoy en día se denomina “industria 4.0” (Ruiz y Arroniz, s.f., p. 16).

3.8 Servicios Avanzados o soluciones

Son aquellos servicios que transfieren el riesgo de la operación del producto en todo o parte a la mipyme del sector TIC que provee el servicio, ya se centra en proveer prestaciones o beneficios, y no productos. Según Ruiz y Arroniz (s.f.)

...este tipo de servicio sería un contrato que asegura una cierta capacidad productiva de un equipo o máquina que se encuentra instalado en [el negocio] del cliente, y puede abarcar servicios de mantenimiento, reingeniería, introducción de nuevos productos y procesos de producción. (p. 16)

...como parte del proceso de servitización. En él, las mipymes del sector TIC pueden incorporar fidelización de clientes con tarjetas preferenciales por compras o consumos.

3.9 Estrategias de incorporación de productos y servicios

Las mipymes TIC deben incorporar seis retos principales asociados al proceso de combinación de productos y servicios dentro de sus estrategias generales: -Diseño de servicios, -Producción, -Entrega, -Mercadeo, -Comunicación y -Relaciones con los clientes. (Ver Figura 2).

3.10 El diseño de servicios (*Service design*)

Es un proceso de construcción de un sistema que provee y satisface las necesidades de los clientes, incluyendo la experiencia de recibir o usar el servicio, gestionando para ello todos los recursos y la logística necesarios. El objetivo de este diseño de servicios es aumentar el valor recibido por todos los clientes, fundamentalmente con actividades de innovación de los servicios, utilizando métodos y herramientas en su desarrollo y planificación.

El diseño de servicios en las mipymes del sector TIC incluye orientación al cliente en su experiencia de servicio (*customer centeredness*), los componentes básicos de su experiencia de servicio, los puntos de contacto, los momentos de servicio, así como los trayectos de decisión del cliente.

En el diseño del servicio se debe tener mucho cuidado con todos los puntos de contacto del servicio y considerar las zonas de prestación o destino del mismo. El producto debe estar diseñado de manera que represente una experiencia clara, consistente y coherente del servicio. Sin embargo, conviene tener en cuenta el hecho de que la experiencia de servicio de cada usuario, como tal, no puede ser diseñada y definida de antemano, ya que los significados, valores y expectativas, que varían de persona a persona, forman parte de las experiencias personales de cada usuario.

3.11 El proceso de producción

El producto, como elemento fundamental de las mipymes del sector TIC, debe agregar valor, y para ello se debe buscar la participación del cliente en el proceso de producción, de tal manera que permita ajustarlo a sus necesidades y requerimientos. Para el caso de este tipo de empresas se incluye el ensamble del equipo con diferentes requerimientos de elementos como discos duros, memorias, procesadores, buses, etc., de modo que quede ensamblado a su medida. A este proceso se le agrega el servicio de instalación, configuración de aplicaciones, antivirus y transporte.

3.12 El proceso de entrega

Se relaciona con el lugar, el momento y la forma como el resultado del producto o servicio llega al cliente. Actualmente, y como estrategia para disminuir costos e incrementar la productividad, se trata de que muchos servicios que no requieren la presencia del cliente, le sean allegados de forma no tradicional. De una u otra manera, al reemplazar las máquinas por las personas, se debe desplegar una campaña de información para educar a los clientes y dejarles saber los beneficios que obtendrán.

Las actividades de entrega son aquellos procesos definidos por las mipymes del sector TIC para transferir el producto-servicio al cliente final.

Consisten en entregar a los clientes lo que se prometió, y asegurarse de su satisfacción. Este proceso se hace más evidente cuando aquello que se transfiere llega al cliente puerta a puerta o es entregado en la mano en un comercio, pero es igualmente importante, en casos en donde la entrega es menos tangible, y por ello se debe implementar actividades para que dicho proceso se realice de manera controlada.

El proceso de entrega de valor debe permitir asegurar que el cliente esté contento con la decisión de haber realizado negocios con la mipyme; abarca todo, desde la logística de entregar un producto físico, hasta el servicio de atención al cliente y su seguimiento. Mientras más contento esté el cliente, más probable es que vuelva al negocio a comprar, con la posibilidad de que, además, referencie a la empresa a otras personas que estén en el mercado de las TIC buscando productos o servicios similares. Especialmente, se debe fijar la atención en ofrecer garantía por el producto o servicio; la entrega de valor permitirá cumplir con el objetivo propuesto.

Una cosa que es importante entender o visualizar, es que a veces es más fácil ver que todos los procesos ocurren al mismo tiempo, desde la creación de un producto, el mercadeo, las ventas y la entrega de valor. Así que un flujo de valor es todo lo que pasa desde la creación de un producto hasta la entrega del mismo al cliente.

3.13 El proceso de mercadeo

Es un proceso sustancial para las mipymes del sector TIC que les facilita el intercambio y la forma de iniciar, motivar, y realizar las ventas de sus productos y servicios, y a la vez, incrementar su demanda. En esta etapa es importante planificar el esfuerzo, analizar las oportunidades del mercado, seleccionar los mercados adecuados, desarrollar una mezcla de mercadeo especial, y administrar el proceso.

El primer paso es estimar la demanda actual y futura del tipo de producto o servicio que resulta atractivo a los clientes. Con ello se logra identificar los segmentos de mercado, entendiendo esto como el grupo de consumidores con necesidades o deseos similares. En este punto, una mipyme TIC debe determinar la posición que buscará lograr en cada segmento del mercado, así como identificar las posiciones de sus competidores y los atributos de los productos o servicios que buscan los clientes, con lo cual analiza si es necesario crear un nuevo producto o una nueva marca para cubrir la necesidad, o desarrollar una similar a otra existente, buscando en todo caso, la diferenciación en la mente de los clientes.

El segundo paso es desarrollar la mezcla de mercadeo; es decir "las cuatro P del *marketing*" (McCarthy, citado por Equipo InboundCycle, 2016, párr. 1): Producto, Precio, Plaza y Promoción. Con esto la mipyme debe asignar el presupuesto de mercadeo y la forma de asignarlo.

El presupuesto se basa en las necesidades percibidas en el mercado, la posición de la mipyme en su sector, y los recursos disponibles, con relación a los de los competidores. De acuerdo a su posición y recursos, podrá adoptar distintas estrategias: líder de mercado, retador, imitador o de nicho, las cuales deberán ser adaptadas a los cambios en la posición competitiva de la misma.

Finalmente, se realiza la implantación del plan de mercadeo organizando el área o departamento encargado del proceso en la mipyme del sector TIC, quien se encargará de organizar los sistemas de control para monitorear la realización de las actividades y sus respectivos resultados. Es importante considerar que, para tener éxito en los resultados de este plan, se requiere un trabajo conjunto del personal del área y de otras áreas de la misma. Se debe crear una cultura orientada al mercado, basada en una estrategia sólida y apoyada en una estructura adecuada.

3.14 El proceso de comunicación

Tiene un papel fundamental en el servicio al cliente, ya que éste constituye la razón fundamental de la mipyme. Si quiere permanecer en el mercado, necesita tener clientes fieles y es por ello que la comunicación desempeña un papel significativo y relevante.

La vía más importante que la empresa utiliza para comunicarse con sus clientes es a través de su personal. A pesar de estar en una era en la que los avances en las telecomunicaciones son significativos, la mayor parte de los contactos se siguen dando en persona o a través de teléfono, [...] y cada vez más las empresas añaden a estos canales tradicionales, la venta a través de internet y el uso de las redes sociales o el catálogo de venta por correo, etc.

Cuando la empresa se comunica con sus clientes en persona, no solo transmite información concreta relativa a la situación y producto específico, sino, además, todos los valores y creencias que constituyen su cultura.

El aspecto físico de la persona que atiende, es decir, su forma de vestir, su actitud, todo ello es información valiosa sobre el tipo de empresa y el servicio que ofrece a sus clientes.

[Se debe] tener en cuenta que lo normal es desempeñar, alternativamente, el papel de emisor y receptor, ya que continuamente se está realimentando la comunicación, al seguir escuchando al cliente y respondiendo a sus necesidades, haciendo nuevas preguntas para tener argumentaciones y guiar la comunicación hacia el objetivo planteado en cada caso: venta de producto-servicio, facilitar información, dar solución a una reclamación, etc. (Paz, 2005, pp. 6-7, 9-10).

3.15 El proceso de relaciones con los clientes

Este proceso es esencial ya que permite potenciar sus relaciones y es un tema que atañe en general a cualquier mipyme. Desde años atrás se inició un proceso de reconocimiento del cliente, constituyéndose como uno de los objetivos

empresariales más relevantes, encaminado a la satisfacción de las necesidades y a la importancia de que los negocios fuesen apreciados y valorados.

Una muy importante manera en que una organización pueda tener éxito, es enfocándose hábilmente en las necesidades del cliente. Para conservar a los mejores clientes, la gerencia debe concentrar sus energías en crear rápida y eficientemente nuevos canales de entrega, capturar cantidades masivas de datos sobre los clientes y relacionar todo para crear una experiencia única. (Chaparro, 2014, párr. 10).

El proceso de Gestión de Relaciones con Clientes (CRM, por sus siglas en inglés, *Customer Relationship Management*) se define como una estrategia de ventas, mercadeo y servicios integrados, que impide el exhibicionismo individual y depende de acciones coordinadas. Las metas de este marco de trabajo de negocios son las siguientes:

- Utilizar las relaciones existentes para generar ingresos: si se identifica, atrae y se retiene a los mejores clientes, se puede incrementar la posible obtención de ganancias.
- Utilizar la información integrada para dar un servicio excelente: se trata de ahorrarle tiempo y frustración al cliente.
- Introducir procedimientos y procesos de ventas más continuos: las Mipymes deben mejorar su consistencia en el manejo de cuentas y ventas.
- Implementar una estrategia de solución más proactiva: pasar de una reunión reactiva de datos a relaciones proactivas con el cliente, en donde los problemas sean resueltos a la primera llamada.

Estar enfocado en el cliente no significa necesariamente mejorar el servicio a clientes; significa tener una interacción estable, confiable y conveniente con ellos en cada encuentro. CRM es una estrategia, no un producto.

Las aplicaciones CRM también están siendo implantadas en compañías medianas y pequeñas. La tecnología les permite disfrutar de las ventajas de la relación con los clientes. Las aplicaciones integradas que proporcionan visiones completas de la información del cliente a departamentos como ventas, mercadeo, servicio y contabilidad, están ahora al alcance de organizaciones con menos de 100 empleados.

Tomando como referencia estas estrategias en las mipymes y los diferentes servicios integrados al producto, éstas podrán integrar innovación que les permita ser más competitivas y sobrevivir a un entorno de negocios más agresivo y globalizado.

Con este modelo se podrá realimentar permanentemente el proceso con el cliente y dar una solución efectiva de tipo competitivo a las mipymes del sector TIC, con innovación y valor agregado a sus productos-servicios.

4. Conclusiones

Las mipymes han venido presentando diversas dificultades que afectan su desarrollo competitivo, pasando de la falta de oportunidades del estado en créditos que les impiden invertir en tecnologías, hasta dificultades en la producción, comercialización y distribución de sus productos y, en consecuencia, ser más competitivas.

Con esta investigación se ha logrado caracterizar las mipymes, desde su forma de organización y clasificación, identificando las diferentes problemáticas y el entorno económico, social, político y tecnológico en que se han venido desarrollando, así como las diversas oportunidades de competitividad mediante el uso de la servitización, que abre nuevas puertas para que a sus productos y servicios les agreguen valor en beneficio de los clientes, haciéndolos más atractivos y fidelizando cada uno de ellos.

Son diversas las oportunidades que brinda el Estado en el tema financiero para facilitar créditos blandos a las mipymes y el acceso a recursos económicos para inversiones en TIC a través de las diferentes entidades o instituciones dedicadas a esta labor. Poder disponer de recursos con el Fondo Nacional de Regalías a través de proyectos de inversión es otra alternativa que favorece a las mipymes para fortalecer su capacidad productiva y competitiva, y evitar así el fracaso y cierre de sus empresas.

El Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC, s.f.) brinda a las mipymes del sector TIC programas en el tema de innovación y competitividad en aras de motivarlas a implementar modelos como el de servitización con base en las necesidades de los clientes para ofrecer servicios básicos, intermedios y avanzados a sus productos, teniendo como soporte la cadena de valor, de manera que llame su atención al momento de hacer su compra o adquisición.

El modelo de servitización para las mipymes del sector TIC es una herramienta que les permite incorporar ofertas conjuntas de servicio-producto a partir del conocimiento y necesidades del cliente, generando con las estrategias, un valor añadido a los mismos. Esta práctica les crea un gran reto organizacional, ya que el integrar una oferta de servicios en sus productos, requiere de una adaptación en la gestión de la entidad.

Referencias

Cámara de Comercio de Pasto. (2017). Informe de Coyuntura Económica. Recuperado de <http://www.ccpasto.org.co/wp-content/uploads/2018/02/Informe-de-Coyuntura-2017.pdf>

Chaparro, J. (2014). Unidad V. Tema 1: Aspectos conceptuales de CMR. Recuperado de <https://es.slideshare.net/acpicegudomonagas/unidad-v-tema-1-equipo-plc>

Equipo InboundCycle. (2016). Las 4 "P" del Marketing que debes conocer. Recuperado de <https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/las-4-p-del-marketing-que-debes-conocer>

García, V. (1994). La investigación pedagógica y el principio de distinción y complementariedad. En V. García (Coord.), *Problemas y métodos de investigación en educación personalizada* (pp. 21-38). Madrid, España: Editorial Rialp.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC). (2014). Boletín Trimestral de las TIC - Cifras tercer trimestre de 2014. Recuperado de colombiatic.mintic.gov.co/602/w3-article-8127.html

Paz, R. (2005). *Servicio al cliente: la comunicación y la calidad del servicio en la atención al cliente*. España: Ideaspropias Editorial S. L.

Romero, M. (2008). La investigación y la importancia para la producción de textos. En M.C. Restrepo, *Producción de textos educativos* (pp. 82-85) (3ª ed.). Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Ruiz, D. y Arroniz, I. (s.f.). Innovar en el modelo industrial. Recuperado de https://www.linksoluciones.es/uploads/noticiasadjuntos/20160916145003-innovar_en_el_modelo_industrial_d.r._i.a..pdf

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*, 33(1), 155-165.

Capítulo 9

Nuevos escenarios en el desarrollo de software colaborativo

Sandra Marcela Guerrero Calvache¹

Gonzalo José Hernández Garzón²

Alexander Barón Salazar³

¹ Estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad de Nariño. Integrante del Grupo de Investigación Grupo Aplicado en Sistemas (GRIAS), Universidad de Nariño. Correo electrónico: marcelaguerrero1396@gmail.com

² Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Valle; Especialista en Redes y Servicios Telemáticos, Universidad del Cauca; Ingeniero de Sistemas, Universidad EAN. Docente tiempo completo del Departamento de Sistemas, Universidad de Nariño. Investigador del Grupo GRIAS, Universidad de Nariño. Correo electrónico: gonzalohernandez@udenar.edu.co / gonzalohernandez@hotmail.com

³ Profesor Asociado del Departamento de Sistemas de la Universidad de Nariño; Miembro del Grupo de Investigación Galeras.Net. Ingeniero de Sistemas, Universidad Incca. Especialista en Ingeniería de Software, Universidad Industrial de Santander; Especialista en Docencia Universitaria, Universidad de Nariño; Especialista en Desarrollo de Software, Universidad Eafit; Magíster en Ingeniería Informática, Universidad Eafit. Estudiante de Doctorado en Ingeniería - Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia. Becario Colciencias Convocatoria 647 de 2015. Correo electrónico: abaron_98@udenar.edu.co

Resumen

El presente artículo, enfocado en el área de Ingeniería de software, detalla la importancia de desarrollar software en grupos de trabajo, destacando aquellas circunstancias donde el tiempo y el espacio son elementos indispensables a considerar. Existen modelos orientados a la construcción de software, pero muy pocos de ellos enfatizan en labores en donde el desarrollador realiza las tareas del proyecto de manera más independiente, a distancia y sin ninguna limitación en el tiempo que este invierta. Por tanto, se ve la necesidad de profundizar más a fondo este tipo de situaciones mediante una recopilación y análisis de antecedentes sobre estudios que relacionen este ámbito, resaltado así el impacto que ha tenido esta modalidad de trabajo remoto en la industria del software. Además, se detalla los factores que pueden verse involucrados, tanto como los beneficios, ventajas, desventajas y posibles dificultades a presentarse dentro de este tipo de contextos. Lo anterior permite establecer el papel tan indispensable que representa el trabajo colaborativo para llevar a cabo un proyecto, contemplando diversos espacios geográficos y desfase de horas, abriendo la posibilidad de romper con dichas barreras y convertirlas en oportunidades que permitan proponer una práctica de desarrollo de software que soporte a este tipo de entornos de manera significativa, lo que consecuentemente permitiría a futuro que el interesado pueda implementarla en cada esfuerzo de software que realice cooperativamente, permitiéndole una mejor organización de sus actividades y obteniendo los resultados esperados.

Palabras clave: Equipos distribuidos, Equipos geográficamente dispersos, tiempo, espacio, trabajo colaborativo.

New scenarios in the development of collaborative software

Abstract

This article, focused on the area of Software Engineering, details the importance of developing software in working groups, highlighting those circumstances where time and space are indispensable elements to consider. While there are models oriented to the construction of software, very few of them emphasize to tasks where the developer performs the tasks of the project more independently, remotely and without any limitation in the time it is invested. Therefore, we see the need to deepen this type of situations more thoroughly, through a collection and analysis of the background of studies that relate this field, highlighting the impact that this type of remote work has had on the software industry. It also details the factors that may be involved, as well as the benefits, advantages, disadvantages and possible difficulties to be presented within this type of context. This allows us to establish the indispensable role played by collaborative work to

carry out a project contemplating different geographical spaces and time lags, opening the possibility of breaking with these barriers and turning them into opportunities that allow us to propose a software development practice that support to this type of environments in a significant way, which consequently would allow the interested party to implement it in each software effort that is carried out cooperatively, allowing a better organization of their activities and obtaining the expected results.

Key words: Distributed teams, geographically dispersed teams, time, space, collaborative work.

1. Introducción

El desarrollo de software en grupos ha contribuido a consolidar distintas maneras de llevar a cabo la realización de un proyecto y la organización de sus diversos procesos. Existen contextos en donde no necesariamente éste se hace de manera presencial, sino por el contrario, se fundamenta de manera colaborativa, ya que sus integrantes laboran desde distintos lugares y en distintos momentos del día. Sin embargo, existe la necesidad de que no se cuente con una práctica que abarque totalmente este tipo de situaciones, puesto que las condiciones de algunos métodos de construcción de software existentes no profundizan claramente escenarios donde no existan restricciones de tiempo o espacio.

Por lo anterior, a través de este artículo se detalla esta problemática, resaltando una serie de compendios importantes relacionados con el desarrollo de software remoto, así como modalidades que abarcan de alguna manera este tipo de situaciones (teletrabajo, trabajo 3.0, Entornos virtuales para trabajo colaborativo) y metodologías adaptables a estas circunstancias como Scrum Distribuido con el fin de efectuar un análisis de los mismos y resaltar factores claves en cada uno de ellos, que servirán para detallar las posibles dificultades y necesidades que se vivencia en este ámbito.

Finalmente, se propone una práctica en esta área como marco de estudio, que involucre estos contextos y que además esté relacionada con las nuevas tendencias de la Ingeniería de Software, basada en una teoría única y universal como SEMAT (por sus siglas en inglés, *Software Engineering Method and Theory*), iniciativa para remodelar la ingeniería de software.

1.1 Acercamiento al contexto

El interés por desarrollar software de manera colaborativa

“Los equipos en una organización, son como las piezas de Lego; con el número suficiente de armonía, construyen realidades de orden superior” (ActualGrupo, 2012, p. 52).

Actualmente, las tendencias en construir software están transformando diferentes ambientes, abriendo la posibilidad de que individuos con arduas capacidades estén dispuestos a imponerse retos en el área de programación. Esta clase de desafíos ha traído la transformación de ideas y nuevas propuestas a gran escala, buscando la colaboración y la disposición de otros miembros que deseen contribuir con su talento en el cumplimiento de dicho objetivo.

Estas intenciones pueden ser efectuadas de manera organizada, bien sea porque están regidas por los principios de una metodología en particular, o bien de manera independiente, considerando su aporte como algo más bien voluntario y de uso reutilizable. Este último aspecto se relaciona estrechamente con actividades remotas, sin importar las ubicaciones geográficas en las que cada integrante se encuentre, la duración y el cronograma que destine a sus tareas, pues el plan sigue funcionando con normalidad, y sus resultados son satisfactorios.

Todo lo anterior saca a relucir lo indispensable que puede ser consolidar un buen equipo, el cual es definido como una serie de individuos que buscan alcanzar un objetivo y se organizan estratégicamente para lograrlo (Esterkin, 2007), determinando así el rol e importancia de cada uno por alcanzar coordinadamente la solución de una idea software.

En un equipo de desarrollo de software el número de integrantes puede variar, al igual que las responsabilidades y los roles -líder, analista, programador, evaluador- que cada uno va a desempeñar, las cuales son delegadas de acuerdo con sus capacidades (Servicios Informáticos de Software y Telecomunicaciones, Sistel, 2017).

Aunque parece difícil la gestión y administración de este tipo de esquemas a distancia, existen también diferentes equipos en donde dichas labores son perpetradas sin restricciones, bien sea en tiempo y/o en espacio, y éstas son nuevas oportunidades que día a día están generando gran popularidad en la industria del software.

1.2 Desarrollo de software en equipos sin restricciones de tiempo y espacio

Actualmente, construir software ha generado un gran impacto dentro de la industria, trayendo consigo cambios significativos en la cotidianidad gracias a la aparición de herramientas robustas, lenguajes de programación y plataformas de gran valor aptas para este tipo de quehaceres.

El desarrollo de software en equipos ha propiciado la oportunidad de dirigir un proyecto con mayor criterio y buscar solventar una necesidad expuesta por un determinado cliente. Existen diversos factores que intervienen para que el objetivo a alcanzar se cumpla favorablemente,

empezando por la comunicación activa entre los integrantes, la cooperación entre los mismos, la coordinación de tareas, la aceptación al cambio, el compromiso hacia el equipo y la disposición de aprender de cada proceso que se realice junto con la asesoría que pueda dar el resto de los miembros del grupo (Rodríguez, 2016)

Concurren circunstancias en donde no necesariamente la presencia del programador en un espacio definido sea crucial para consolidar una propuesta; por el contrario, se habla de una nueva oportunidad donde la construcción de software se hace a distancia; cada miembro del equipo dispone libremente de su tiempo y el lugar para compartir su conocimiento y fusionarlo en un módulo. Este tipo de situaciones elimina todo tipo de restricciones de tiempo y espacio, resaltando la posibilidad de trabajar remotamente, obteniendo los mismos beneficios que al hacerlo de manera presencial.

Para nadie es un misterio que la demanda por reclutar nuevos talentos para producir software de ingeniería superior va en un completo aumento, lo que significa que mantener a los desarrolladores se ha convertido en uno de los máximos desafíos de un CIO. (Viancos, 2015)

Esta modalidad ha tomado una mayor relevancia en el mercado software, donde muchas personas prefieren optarla, teniendo así mayor flexibilidad en sus horas laborales, con la posibilidad de pertenecer a más de un proyecto a la vez.

Según este contexto y enlazado a los equipos cuya forma de trabajar es a distancia, se puede clasificar en diferentes tipos, de los cuales se destaca:

1.3 Equipos Distribuidos: “Independientemente de cómo o por qué [son creados] equipos distribuidos, el hecho es que son una realidad y no hay ningún indicio de que vayan a desaparecer” (Microsoft, 2012, citado por Guerrero, Hernández y Barón, 2018, párr. 14). Según Scrum los equipos distribuidos son aquéllos en donde los integrantes que pertenecen a éste, se encuentran ubicados en diferentes localizaciones, en donde no necesariamente comparten un mismo espacio ni horario, pero sí un mismo principio corporativo (Resendiz, s.f., citado por Guerrero et al., 2018). Dentro de esta categoría existen los equipos distribuidos multi-empresa, en donde los miembros que lo conforman hacen parte de diversas organizaciones, todas trabajando por el objetivo deseado. “Las condiciones por las cuales están sometidos [...] están ligados a la imposibilidad de realizar una operación en un mismo lugar y en una misma franja horaria” (Guerrero et al., 2018, p. 1).

1.4 Equipos virtuales o Equipos geográficamente dispersos: Según Gothelf (2002, citado por Rincón y Zambrano, 2008):

Un equipo virtual es un grupo de personas que trabaja en forma interdependiente, con un propósito compartido, más allá de las fronteras del espacio, el tiempo y los límites organizacionales, usando las tecnologías de la información y la comunicación para interactuar. (p. 105).

Con lo anterior se define que los equipos virtuales son aquéllos en donde sus participantes se encuentran en diferentes posiciones geográficas, utilizando las diferentes tecnologías para su comunicación, sin necesitar recurrir a reuniones presenciales para lograr un propósito común. Se caracterizan por consolidar entornos colaborativos en donde las actividades son distribuidas de acuerdo a las habilidades de sus integrantes, construyendo así un ambiente por competencias (Quivera, Rodríguez, Sosa y Urbina, s.f.). Sus encuentros pueden ser realizados sincrónica o asincrónicamente.

“En la actualidad, los equipos virtuales han permitido que las corporaciones ofrezcan servicios a nivel global. Gracias a ellos, una compañía puede permanecer abierta las 24 horas del día, y estar a disposición de las demandas de un cliente” (Clavería, 2010, párr. 4). Esta posibilidad abre más puertas a crear software, resaltando que incluso los procesos de gestión que manejan y el rendimiento que poseen es más óptimo que el de los equipos locales.

1.5 Equipos Particionados: son aquéllos en donde una parte del grupo se encuentra dividida, y otros comparten los mismos espacios de trabajo; es decir, existe una combinación de lo presencial y lo virtual (Resendiz, s.f., citado por Guerrero et al., 2018).

Lo mencionado resalta cómo al existir diferentes perspectivas en condiciones remotas, éstas no son una barrera para alcanzar el propósito inicial de crear software, en donde adicionalmente se integran individuos para llevar a cabo una idea que al ser estudiada y tratada puede convertirse en algo muy bien coordinado y fructífero para todos.

1.6 Dificultades para construir software de manera remota

Con el advenimiento del desarrollo de software a distancia y de manera colaborativa, se ha establecido en gran manera cómo estas circunstancias han tomado un papel trascendental hoy en día. Sin embargo, existen factores que influyen en la organización y la realización de las actividades, que han propiciado el origen de dificultades que deberán ser manejadas por los participantes.

Cuando se contempla la posibilidad de trabajar remotamente, se desglosa una serie de conceptos a relacionarse: interacción, comunicación, tiempo y espacio. A continuación, algunos elementos a resaltar dentro de este contexto, que terminan afectando el proceso:

- Problemas de comunicación y coordinación.
- Incapacidad para unir los esfuerzos de los involucrados.
- Obstáculos en las diferencias horarias.
- Incapacidad de adoptar apropiadamente las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).
- Ambiente desentendido.
- Poca sensibilización cultural.
- Diferencias del lenguaje.
- Poca conciencia para trabajar conjuntamente.
- Dificultades en la toma de decisiones y la búsqueda del consenso.
- Sustitución de relaciones personales por virtuales.
- Falta de motivación y responsabilidad.

La responsabilidad depende en este caso de cada integrante, para distribuir sus ocupaciones y las herramientas que pueda emplear en ellas también, aunque puede verse un tanto complicado debido al desfase de horas de un país a otro, y/o la conectividad a internet.

1.7 Oportunidades para construir software de manera remota

Trabajar de manera remota ha expuesto algunos aspectos positivos a considerar, más que la labor de un equipo de manera presencial. En primera instancia, aceptar un propuesta software y efectuarlo a distancia, estimula a que el participante distribuya de su tiempo para realizar sus respectivas contribuciones y sea más independiente, sin que exista un control sobre el mismo.

Según ActualGrupo (2012) los equipos geográficamente dispersos tienen numerosas ventajas, resaltando que “los mejores empleados no tienen por qué coincidir en su ubicación; es más, pueden estar en cualquier parte del mundo” (p. 52). Lo anterior permite entender que trabajar bajo estas características genera la interacción activa de sus integrantes, lo que garantiza relacionarse con otras personas de diferentes regiones, culturas, tradiciones y formas de trabajo, conocer y aprender de esas habilidades y destrezas, e incluso, de personas con mayor experiencia académica profesional, y colaborar recíprocamente gracias al intercambio de conocimiento que se vivencia, logrando así resultados exitosos.

Por otro lado, el uso de las TIC es latente en estas circunstancias, mediante videoconferencias, correos electrónicos, llamadas, *blogs*, *wikis*, trayendo

consigo el entablar relaciones interpersonales que faciliten el diálogo entre los miembros, resolver inquietudes, discutir aspectos y mejorar problemas que puedan surgir a lo largo del mismo. Además, el uso de estas herramientas contribuye a aprovechar significativamente toda clase de software, estar en las nuevas tendencias de la Web 3.0 y romper las barreras de ubicación, notoriamente.

1.8 Modalidades de trabajo en diferentes contextos de espacio y tiempo

El desarrollo de software se ve regido en la actualidad, por un tipo de sucesos relacionados con la forma presencial y los encuentros cotidianos con el equipo, para definir los avances del proyecto software y las dificultades que puedan existir. Sin embargo, hay momentos en donde las propuestas están listas para ser ejecutadas a distancia en diferentes contextos de espacio y tiempo. Este tipo de posturas, aunque al principio puede parecer algo netamente difícil de manejar a causa del desfase de horas con las que un equipo puede verse sometido según el lugar donde se encuentre cada integrante y las circunstancias que puedan existir a su alrededor, el idioma en el cual puedan expresarse, también tiene su lado positivo gracias a la flexibilidad de horarios: la forma de concertar los objetivos es mucho más abierta y el conocimiento compartido es cada vez mayor, y todo esto gracias al uso palpable de las TIC que hacen más fácil el acercamiento y la comunicación.

1.9 Teletrabajo

Este abre la posibilidad de entablar relaciones con diversas personas del mundo en tiempo real, compartir experiencias, poner a prueba habilidades y destrezas y descubrir otras, como parte de dicho aprendizaje. Esta modalidad está ligada a un componente empresarial más dependiente y a un contrato laboral definido que requiere además, de unos componentes básicos, disciplina, responsabilidad y compromiso para llevar de manera eficaz y eficiente el cumplimiento de una tarea asignada, que será una parte fundamental del plan a desplegar. Adicionalmente, los recursos tecnológicos cumplen un papel primordial en este tipo de eventos, trayendo la interconectividad entre los miembros a través del empleo de herramientas audiovisuales e interactivas aptas para ser usadas de manera colaborativa en cualquier momento (Fuenzalida, 2011).

Según la Ley 1221 de 2008 del Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC) en Colombia, el teletrabajo se define como:

Una forma de organización laboral, que consiste en el desempeño de actividades remuneradas o prestación de servicios a terceros, utilizando como soporte las TIC para el contacto entre el trabajador y la empresa, sin requerirse la presencia física del trabajador en un sitio específico de trabajo. (párr. 3).

Una de las características principales del teletrabajo es que el lugar donde la persona trabaje, sea remoto a la empresa donde presta sus servicios, de preferencia en su mismo domicilio, en un telecentro o través del trabajo móvil. Por otra parte, el uso de las TIC debe ser imprescindible para llevar a cabo todo tipo de tareas, trayendo consigo cambios significativos en la gestión de procesos y herramientas dentro de la organización, entre ellos, una relación de interdependencia.

1.10 Aspectos positivos

Aunque el teletrabajo es una modalidad reciente, implantada en la industria del país colombiano, el impacto que ha ido dejando ha sido bastante notorio y relevante. Desde el año 2012 al 2016 el porcentaje de teletrabajadores en el país se ha triplicado, teniendo ya alrededor de 96.000 de personas y más de 10.000 empresas, instaurando así una nueva cultura organizacional dentro de las mismas (MinTIC, 2016).

Asimismo, busca cumplir adecuadamente unos objetivos tanto en áreas:

Sociales

- **Inclusión social:** este ítem abre la posibilidad de que personas con alguna discapacidad física puedan integrarse a una organización con normalidad, desde sus casas, sin ninguna limitación, recibiendo igual trato y misma paga.
- **Mejora de la calidad de vida de los trabajadores:** lo que conlleva traer una mejor inversión del tiempo del empleado, evitando que éste se desplace de un sitio a otro, mayor autonomía en la organización de sus tareas, mejor administración de sus horarios y que no esté sometido a condiciones de alto grado de estrés.
- **Equilibrio entre espacios laborales y personales:** esto influye para alcanzar altos niveles de productividad y para construir un mejor ambiente de trabajo.

Económicas

- **Impulsar a las mipymes a teletrabajar:** las micro, pequeñas y medianas empresas requieren de una estrategia económica que contribuya a hacerlas crecer y a expandir sus negocios.
- **Reducción de costos fijos para la empresa:** ya que el trabajador emplea sus recursos propios para la ejecución de sus actividades, la empresa reduce considerablemente sus costos fijos tanto en la planta física, como en el mantenimiento, los servicios públicos y demás.
- **Adquisición de talento con mayor experiencia y profesionalismo:** este elemento permite a la empresa adquirir personal alta-

mente calificado, con talento y excelentes capacidades desde cualquier parte, enriqueciendo así el profesionalismo e incluyendo ideas innovadoras en los procesos de la organización.

Culturales

- **Fomento por la cultura en el uso de las TIC:** lo que permite fortalecer, a través de estas herramientas, la ejecución de tareas, optimizar el tiempo y conocer sobre los nuevos avances tecnológicos.

Ambientales

- **Reducción de contaminación ambiental:** esto se logra gracias a que las personas evitan usar algún medio de transporte, puesto que trabajan desde casa o alguna zona cercana a ella.

Por otro lado, el teletrabajo dentro del desarrollo de software es una opción más para las empresas, para reducir un gran porcentaje de costos y enfrentarse a cambios en cuanto a la expansión de su negocio, la internacionalización de los procesos y la apertura hacia nuevas oportunidades de mercado, gracias a las ventajas que ofrece la tecnología. En Colombia, éste trae una gran posibilidad para llevar a cabo propuestas software a gran escala, uniendo panoramas de *outsourcing* -que se traduce al español como 'subcontratación' o 'tercerización'- y *offshoring* -que significa 'deslocalización'- y al mismo tiempo, contribuyendo al aumento de la productividad (Pulgarín, 2014). Una de las ventajas de teletrabajar construyendo software es que se puede emplear cualquier metodología y tecnología necesarias para hacer posible el contacto con el resto del equipo, mediante correos electrónicos, video conferencias, chats, grabaciones de audio, manteniendo así la comunicación activa entre los integrantes (Jimenez, 2012)

1.11 Trabajo 3.0

Es un fenómeno *online* en donde el objetivo también es lograr la ejecución de un proyecto a distancia, pero a diferencia del teletrabajo, no necesita tener un espacio en específico para la realización del mismo, y es mucho más independiente. Según estudios realizados, esta modalidad la optan profesionales en el área de ingeniería de sistemas y computacionales, destacando entre ese grupo, los programadores web (Bien Pensado, s.f.).

El trabajo 3.0 es una alternativa para laborar más independientemente desde el lugar que se desee, sin tener que asistir a una oficina, pero trabajando para múltiples empleadores, no solo de la misma ciudad sino de otros lugares del mismo país o del mundo, y no necesariamente firmando un contrato de exclusividad, como lo impone el teletrabajo, todo lo cual implica una gran diferencia entre los dos conceptos.

Como una plataforma que brinda la posibilidad de efectuar teletrabajo y trabajo 3.0 en diversas categorías destacando la de construcción de software, se encuentra Elance, la cual permite establecer alianzas con otras personas del mundo, trabajar *online* y conocer diferentes entornos de enseñanza de acuerdo a las capacidades y competencias de cada miembro (Programariv, 2014). El sitio cuenta actualmente con más de 155 mil programadores registrados, de los cuales más de 17 mil son desarrolladores de aplicaciones móviles.

Cabe destacar que en el primer estudio de Trabajo 3.0 para Colombia en el año 2015, se estima que para el 2020, seis de cada diez empresas consideran que más del 50 % de la fuerza laboral será digital, lo que permite inferir que será notorio en gran porcentaje, el impacto de la tecnología en el marco organizacional. La presencia de profesionales del área de la informática o internet en el marco *freelance* –trabajador independiente- tiene un gran porcentaje de participación, con una representación de programadores en un 22 %, y de diseñadores gráficos en un 17 % (MinTIC, Ministerio de Trabajo, Vive Digital Colombia, Todos por un nuevo país y Canal TR3CE).

1.12 Espacios virtuales para trabajo colaborativo (EVTC)

Los EVTC surgen de la fusión de tres conceptos muy relevantes: Teletrabajo, Equipos de desarrollo y Espacios virtuales. Su esencia es la realización de una tarea, cuando los integrantes están alejados físicamente, pero agregándole un plus de colaboración a dicho propósito, y teniendo una secuencia de actividades organizada dentro de ese entorno *online* por el cual piensan interactuar (Rodríguez, Charczuk y García-Martínez, 2014).

Una de las características de estos espacios es que cuentan con información en tiempo real sobre las tareas que se está llevando a cabo, así como también las que está ejecutando el resto de los miembros.

En cuanto a las facilidades, se destaca el obtener una mejor gestión y control del proyecto, manteniendo una secuencia de los avances alcanzados, la reducción de recursos e infraestructura física por el cambio de herramientas tecnológicas, el uso de internet y la computación en la nube, y finalmente, la productividad del empleado en el aprovechamiento de su tiempo para situaciones personales, de entretenimiento y/o diversión (Rodríguez, Priano, Charczuk, García y García-Martínez, s.f.).

1.13 Adaptaciones para desarrollar software en equipos distribuidos

SCRUM distribuido (Herranz et al., 2011).

El agilismo ha traído una nueva perspectiva para construir software, propiciando una alternativa que ofrece flexibilidad y adaptabilidad a los clientes, al hacer sus respectivas modificaciones. Scrum es una metodología ágil, reciente, muy empleada para el despliegue de software en equipos; se basa principalmente en entregas parciales y regulares del producto final, manejando un entorno

colaborativo. Contribuyendo a ello y gracias a los buenos resultados obtenidos con su implementación, surge la investigación de Scrum Distribuido, el cual no es un modelo como tal, sino una adaptación de Scrum para contextos, en donde los integrantes no comparten una misma ubicación física y/o temporal. En la tipología del ambiente al cual se adapta, resaltan algunos retos que ante todo debe superar, debido a los diversos hechos relacionados con la distancia física, diferencia de horarios y falta de sincronismo.

A continuación, se detalla algunos retos y la manera de superarlos, para evitar inconvenientes al trabajar de manera distribuida:

- **Ausencia de comunicación**

Scrum siempre plantea la comunicación como algo prioritario, paso clave para lograr la interacción entre los integrantes. El problema de pertenecer a un equipo distribuido puede generar dificultades en la manera de comunicarse, debido a diferencias culturales, sociales, de lenguaje o incluso horarias.

Para superarlo, Scrum Distribuido propone definir desde el inicio del programa, los momentos del día en donde el equipo pueda comunicarse, definiendo franjas establecidas que todos puedan respetar y considerando las TIC como apoyo a la comunicación activa entre los miembros.

- **Diferencias culturales**

Al trabajar de manera distribuida, se puede evidenciar la cultura a la cual cada integrante del equipo pertenezca, haciendo relación a su diversidad étnica, tradicional, religiosa, o incluso de acuerdo a su ubicación geográfica.

Respecto a esto, Scrum Distribuido especifica que se debería tomar un espacio de tiempo en el reconocimiento de los integrantes del equipo, detallando así la manera cómo estos se desenvuelven en este entorno y la forma de entenderse unos a otros.

- **Diferencias de lenguaje**

Debido a que los integrantes del equipo pueden pertenecer a diferentes nacionalidades, el lenguaje de cada uno de estos puede variar e impedir la comunicación clara y rápida con el resto de participantes.

Como respuesta a este reto, se sugiere utilizar un lenguaje común, emplearlo de manera plana, sin jergas o neologismos, ser prudente en el uso de términos para comunicarse, utilizando los más apropiados, ya que de un lugar a otro puede significar algo muy diferente.

- **Ubicación geográfica y diferencia de horarios**

En función de estos dos elementos según Scrum Distribuido y según este tipo de contextos, los equipos pueden dividirse en:

- Equipos con horarios flexibles, es decir con horas similares entre los miembros.
- Equipos que realizan sus tareas dependiendo de los turnos asignados (mañana, tarde y/o noche).
- Equipos que trabajan y comparten un mismo huso horario.
- Equipos remotos que no coinciden en un huso horario en común.

Frente a esto y dependiendo de la franja horaria en la que el equipo esté sometido, va a ser más fácil o no aplicar Scrum y su principio de llevar una conversación cara a cara, podrá tratar de simularse una conversación de manera virtual con herramientas tecnológicas como videoconferencias, llamadas telefónicas, chats, etc.

1.14 Desarrollo de software global

Es un término ya aludido a la ingeniería de software para referirse al desarrollo de software en localidades distribuidas, bien sea en una misma ciudad o en diferentes lugares del mundo, cuyo alcance son las 24 horas del día, generar un fuerte impacto en el mercado y construir sistemas complejos y a gran escala. Con este se pretende pasar de un modelo centralizado a uno distribuido que busca enfrentar algunas barreras, de las cuales se destaca, según Oktaba (s.f.) y Fryer y Gothe (2008):

Procesos. Actualmente no existe esa alianza cooperativa que permita la unión de organizaciones para alcanzar un objetivo en común, que abarque este tipo de situaciones de manera global, lo cual hace que los niveles de productividad sean deficientes.

Comunicación. Al encontrarse en un contexto distribuido, la manera de comunicarse con los integrantes puede verse frustrada por varios elementos, ocasionando omisión de datos, malos entendidos y retraso en las actividades.

Aspectos culturales. Las tradiciones, costumbres y formas de pensar de una persona pueden influir en las relaciones interpersonales e incluso en las tareas a realizar.

Coordinación. Es un aspecto de los más difíciles de manejar, ya que al estar particionado el equipo, puede producir fuertes e incontrolables retrasos.

Visibilidad y control. A pesar de la diversidad geográfica de los miembros del equipo, es necesario transmitir de forma oportuna y clara a todos, la estructura del proyecto, el papel y la responsabilidad de cada uno, hacer una buena planificación y la asignación acertada de las actividades de desarrollo.

Protección de propiedad intelectual. Relacionada con que el conocimiento aportado por un integrante puede ser usado para otros fines ajenos a lo que está propuesto.

Infraestructuras y herramientas de apoyo. Por la diferencia geográfica entre los integrantes de un equipo, es posible que existan problemas al manejar herramientas diferentes, lo que ocasionaría incompatibilidad y problemas de adaptación e integración de los recursos tecnológicos.

1.15 La definición de práctica

En el contexto de la ingeniería de software, la práctica de software es un concepto común que se define de manera diversa desde la perspectiva de cada propuesta. Algunos enfoques la definen y caracterizan detalladamente (Jacobson, Pan-Wei, McMahon, Spence y Lidman, 2012; Kirk y Tempero, 2012; Object Management Group, OMG, 2015); otros lo hacen desde contextos específicos (Passos, Cruzes, Dyba y Mendonça, s.f.); en otros casos no hay una definición explícita (Rolandsson, Bergquist y Ljungberg, 2011).

A fin de conciliar estas diferencias, Gómez-Álvarez, Sánchez-Dams y Barón-Salazar (2018) presentan una síntesis conceptual de práctica como constructo teórico en ingeniería de software, utilizando una estrategia metodológica que facilita la identificación, recolección y análisis de los estudios relevantes en el estado del arte. En su estudio recogen la visión de diferentes propuestas de ingeniería de software a partir de las cuales identifican elementos comunes y diferenciales para proponer una versión preliminar de una visión unificada de la práctica en ingeniería de software. A continuación, algunos de los antecedentes analizados en este trabajo:

- Kirk y Tempero (2012) conciben la práctica de software como la estrategia con la que se aborda una actividad de desarrollo y advierten que el éxito de la actividad depende, en gran medida, de la adaptación de la práctica al contexto específico del proyecto.
- Rolandsson et al., (2011) no presentan una definición explícita de práctica de software, pero se puede inferir que la conciben como una actividad del proceso de desarrollo que es común a los enfoques, que se refiere a la forma como interactúa el equipo de desarrollo y que se realiza de acuerdo con la filosofía del enfoque. En este caso, la definición se concentra en el interés de investigación: la facilidad de integración de la práctica.
- Passos et al., (s.f.) forjan la práctica de software como una actividad del proceso software en la que influyen aspectos culturales, sociales y políticos propios del contexto en el que se realiza. En este caso,

la propuesta centra la definición en los aspectos humanos de la práctica de software e ignora otras visiones.

- El OMG (2015) define práctica, como una aproximación repetible para realizar un propósito específico. Una práctica provee una manera sistemática y verificable de abordar un aspecto particular de un trabajo; tiene un objetivo claro expresado en términos de los resultados, que permite su aplicación y proporciona una guía para ayudar y orientar a los profesionales en lo que se debe hacer para lograr el objetivo y asegurar que éste se entiende y verificar que se logra.
- Jones (2010) considera que, para catalogar como una buena práctica a un lenguaje, una herramienta o un método, se debe presentar alguna prueba cuantitativa de que realmente ofrece valor en términos de mejora de la calidad, mejora de la productividad u otros factores tangibles.
- Los Modelos de Madurez y de Capacidad son colecciones de buenas prácticas categorizadas en prácticas genéricas y prácticas específicas. La práctica genérica describe las actividades que se considera importantes para lograr un objetivo genérico y contribuye con la institucionalización del proceso asociado con un área de proceso. Una práctica específica es la descripción de una actividad que se cree significativa para alcanzar un objetivo específico de un área de proceso (Software Engineering Institute, 2010).
- El marco de gestión de proyectos ágil Scrum no utiliza el término 'práctica' para describir la metodología; sin embargo, define un conjunto de 19 procesos integrados en cuatro fases, cada una de las cuales describe los procesos de forma detallada, incluyendo: entradas, herramientas y salidas asociadas. En cada proceso hay elementos obligatorios y elementos opcionales que dependen de las particularidades del proyecto, la organización o la industria (Scrum Study, 2013).
- El *Rational Unified Process* (RUP) proporciona las directrices, plantillas y herramientas necesarias para implementar de manera efectiva mejores prácticas que resuelvan problemas comunes a los proyectos de software. En RUP, una mejor práctica es una manera de abordar una actividad del proceso software que se prueba en contextos reales. La práctica en RUP se ejecuta en la dimensión dinámica e incluye elementos de la dimensión estática (*Rational Software Company*, 2001).
- En *Eclipse process framework composer* (EPFC) definen 'práctica' como una aproximación documentada para la solución de uno o

varios problemas que ocurren comúnmente. Ésta se asocia con: los productos de trabajo que la misma genera; las tareas que definen los pasos de su desarrollo; las directrices que indican la manera de su aplicación y los roles que desempeñan los participantes en la misma (*Eclipse Foundation*, 2018).

Hay trabajos que tratan la práctica de software con propósitos diferentes. Algunos le incorporan elementos desde su interés de investigación: Barón (2012) la presenta como un activo de conocimiento; García, Martín, Urbano y Amescua (2013) promueven el uso de patrones de software; Zhang, Jeffery, Houston, Huang y Zhu (2011) sugieren la aplicación de procesos de simulación; Torkar, Minoves y Garrigós (2011) presentan a la industria, estrategias para adoptar prácticas, técnicas y métodos de software libre; Meso y Jain (2006) presentan un conjunto de principios y mejores prácticas para sistemas adaptativos desde el enfoque de desarrollo de software ágil.

A partir del análisis de las anteriores y otras propuestas sobre la definición de práctica de software, Barón propone una versión preliminar que aún se encuentra en desarrollo, para lograr una definición unificada de práctica como constructo teórico en el contexto de la Ingeniería de Software. Esta versión preliminar se presenta en las Figuras 1 a 5.

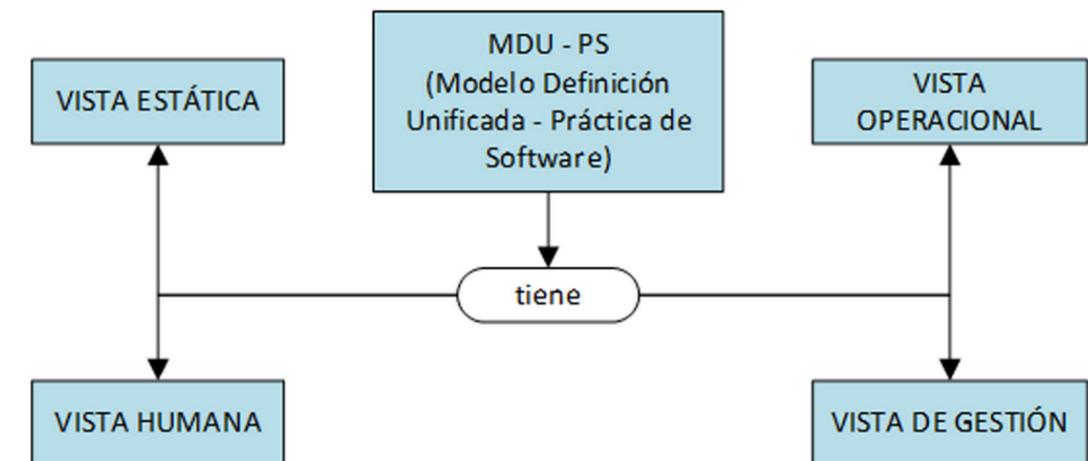


Figura 1. Una versión preliminar de la definición de práctica.

Actualmente, el conjunto de metodologías existentes plantea su enfoque para equipos que interactúan de modo presencial. Sin embargo, en algunas circunstancias este factor es muy difícil de concretarse dado que existen grupos que consolidan sus ideas desde diferentes lugares del mundo y a través de internet, situación un tanto especial debido a que el contexto de realización difiere mucho de la localización en donde el programador se encuentra y el momento en que éste pueda realizar su aporte colaborativo.

Según los aspectos positivos y negativos detallados anteriormente sobre esta situación, nace la investigación denominada 'Definición de una práctica de desarrollo de software para equipos de trabajo sin restricciones de tiempo y espacio', que hace parte del Grupo de Investigación Aplicada en Sistemas (GRIAS) de la Universidad de Nariño, con la finalidad de consolidar una práctica de software cuyo enfoque será efectuarla bajo el objetivo específico del trabajo remoto y distribuido.

La definición de la práctica abarcará la construcción de software, teniendo en cuenta las situaciones que manejan algunos equipos cuando estos trabajan bajo diferentes contextos de tiempo y espacio, agregándole la participación de cada uno de los miembros, el estímulo y la motivación necesaria en la realización de sus actividades, adoptando las ideas del núcleo y contribuyendo a la universalidad de conceptos, con el fin de establecer nuevas ideas que aporten significativamente a valorar este tipo de conocimientos y a complementarlos con otros.

3. Metodología

La metodología a seguir dentro de la formulación de la práctica obedece en cierta manera a contribuir con muchas personas que trabajan en diferentes entornos, tiempos y espacios y a la organización de sus actividades. Para ello se utilizará elementos conceptuales propuestos por SEMAT.

Las etapas a seguir son:

- **Análisis de los factores y dificultades presentes al construir software en diferentes espacios y tiempos**

En esta etapa se busca consolidar los aspectos que influyen en un equipo de desarrollo cuando éste trabaja desde diversos lugares y en diferentes momentos, resaltando las dificultades y problemas que pueden surgir, y los factores que influyen en este tipo de circunstancias.

Para ello se comenzará con la lectura de documentos y antecedentes relacionados con estos equipos que trabajan de manera remota. Este acercamiento se efectuará a través de una entrevista al líder del equipo, y de encuestas al resto de integrantes, para determinar si ya se han apropiado de alguna manera de esta modalidad, y si lo han hecho, qué

resultados tanto positivos como negativos han obtenido. La consolidación de estos ítems contribuirá a establecer con mayor exactitud los aspectos a tratar en la siguiente etapa para la estructuración de la práctica.

- **Definir las actividades que se ven influenciadas cuando los equipos trabajan en diferentes contextos de espacio y tiempo**

El desarrollo de software trabaja muchas fases que presentan grandes cambios cuando se hace en contextos (espacio y tiempo) diferentes. La idea de esta etapa dentro de la práctica es detallar qué acciones se ven afectadas en estos aspectos y qué otros atributos podría relacionarse. También se busca estudiar con mayor detenimiento las alfas del núcleo de SEMAT a abarcar dentro de la práctica, estableciendo la relación correspondiente.

- **Consolidar la definición de la práctica de desarrollo de software con base en los principios de SEMAT**

SEMAT, o mejor conocido como *Software Engineering Method and Theory*, es una iniciativa que se desplegó como alternativa para resolver algunos problemas que la ingeniería de software ha presentado a lo largo de los años, de forma investigativa y en comunidad.

Uno de los inconvenientes presentados, es la cantidad de métodos que describen la forma cómo se debe construir software, y que pueden variar de acuerdo al equipo de trabajo. Es por ello que al existir tantos, cada uno de estos ha optado por crear sus propios términos, sin tener en cuenta que muchos pueden ser parecidos en lo descrito por otros modelos, dejando a un lado la universalidad de conceptos y limitando la posibilidad de combinar aspectos que podría reutilizarse y conformar un terreno en común para la ingeniería de software (Jacobson et al., 2012).

Con SEMAT esta perspectiva empieza a cambiar y toma un nuevo rumbo gracias a la posibilidad de representar todo ese conocimiento en prácticas de software, compartiendo elementos que podrían ser de vital importancia.

Es por ello que la idea de definir la práctica, más que una propuesta de innovación, busca establecer un aporte para aquellos equipos que trabajan en diferentes contextos, proporcionándoles una mejor organización en su forma de trabajo. Los principios de SEMAT contribuirán a que ésta se consolide de la mejor forma posible, tomando como punto de partida una plantilla para la definición de prácticas, que será expuesta con la documentación pertinente.

4. Resultados esperados

El análisis de los procesos actuales llevados a cabo en los equipos de desarrollo de software que se está realizando, permitirá establecer un estado del arte respecto a los modelos y/o métodos utilizados por los

mismos para cumplir con sus objetivos. Esta información no solo servirá como documentación, sino que además permitirá hacer un análisis exhaustivo con el cual se obtendrá aquellos requerimientos esenciales que es necesario tener en cuenta para el futuro diseño de una práctica que permita dar apoyo a estos equipos que trabajan bajo estas circunstancias.

El contacto que se está realizando con los diferentes equipos de desarrollo de software que se está estudiando posibilitará una futura interacción entre investigadores y posibles ejecutores de pruebas. Esta integración favorecerá a ambas partes, puesto que los investigadores podrán probar sus teorías, y los equipos de desarrollo de software tendrán la oportunidad de mejorar sus procesos.

Las encuestas y entrevistas que se está realizando para estudiar los procesos actuales brindarán información relevante respecto a los mecanismos utilizados por los equipos de desarrollo, que se podrá publicar en diferentes eventos científicos en donde otros investigadores puedan encontrar validez a los resultados obtenidos.

5. Conclusiones

Con los actuales procesos investigativos realizados al respecto de esta investigación, se ha podido evidenciar que sí es necesario actualizar los modelos tradicionales de desarrollo de software debido a que los escenarios actuales en los que se desempeñan los equipos de desarrollo de software han evolucionado a nuevos ambientes, donde el espacio y el tiempo son elementos que hay que tener en cuenta para cumplir con los objetivos propuestos.

En el panorama mundial ya se ha establecido nuevos modelos de negocio y nuevos modelos de trabajo en busca de superar los percances producidos por la necesidad de trabajar sin barreras de espacio y tiempo. Es necesario ahora concentrarse en el diseño específico de una práctica para aquellos negocios cuyo objetivo es crear software.

En el ambiente académico también se requiere estudiar más a fondo este tipo de problemáticas, puesto que es en este lugar donde se debe engendrar nuevas alternativas para mejorar los procesos de desarrollo de software.

Referencias

- ActualGrupo. (2012). Equipos geográficamente dispersos. Recuperado de <https://www.toptenms.com/wp-content/uploads/2012/12/165.pdf>
- Barón, A. (2012). *Pegaso: Una propuesta para la gestión de activos de software* (Tesis de Maestría). Universidad Eafit, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/175>

Bien Pensado. (s.f.). El trabajo 3.0: ¿qué es y cómo funciona? Recuperado de <http://bienpensado.com/trabajo-3-0-que-es-y-como-funciona/>

Carnegie Mellon University. (2010). *Improving processes for developing better products and services*. Hanscom, United States of America: Software Engineering Institute.

Clavería, A. (2010). Equipos virtuales: ¿cómo formarlos y potenciarlos? Recuperado de <https://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/equipos-virtuales-como-formarlos-y-potenciarlos>

Congreso de la República de Colombia. (2008). Ley 1221 de 2008 "por la cual se establece normas para promover y regular el Teletrabajo, y se dicta otras disposiciones". Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-3703_documento.pdf

Eclipse Foundation. (2018). Eclipse Process Framework Project (EPF). Recuperado de <https://www.eclipse.org/epf/>

Esterkin, J. (2007). ¿Qué es un equipo? Recuperado de <https://iaap.wordpress.com/2007/05/16/¿que-es-un-equipo/>

Fryer, K. & Gothe, M. (2008). Global software development and delivery: Trends and challenges. Recuperado de https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/edge/08/jan08/fryer_gothe/index.html

Fuenzalida, D. (2011). *Teletrabajo*. Recuperado de <http://manzanamecanica.org/2011/04/teletrabajo.html>

García, J., Martín, D., Urbano, J., & Amescua, A. (2013). Practical experiences in modelling software engineering practices: The project patterns approach. *Software Quality Journal*, 21(2), 325–354.

Gómez-Álvarez, M., Sánchez-Dams, R. y Barón-Salazar, A. (2018). A representation proposal of practices for teaching and learning software engineering using a Semat kernel extension. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(32), 129-154.

Guerrero, S., Hernández, G. y Barón, A. (2018). Marcos de Desarrollo de Software Colaborativo en diferentes contextos de tiempo y espacio. Recuperado de http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/work_in_progress/WP49.pdf

Herranz, R., Mamoghli, N., Yazzi, S., Vera, J., González, E., Matulis, D.,... Farias, L. (2011). *Scrum Distribuido, Trabajo de Investigación*. Recuperado de https://www.scrummanager.net/files/scrum_distribuido.pdf

Jacobson, I., Pan-Wei N., McMahon, P., Spence, I., & Lidman, S. (2012). The Essence of Software Engineering: The SEMAT Kernel. *Communications of the ACM*, 55(12), 42–49.

- Jimenez, D. (2012). Equipos dispersos: teletrabajo en un entorno ágil. Recuperado de <https://www.genbeta.com/desarrollo/equipos-dispersos-teletrabajo-en-un-entorno-ágil>
- Jones, C. (2010). *Software engineering best practices: lessons from successful projects in the top companies*. New York: McGraw-Hill.
- Kirk, D., & Tempero, E. (2012). A lightweight framework for describing software practices. *Journal of Systems & Software*, 85(3), 582–595.
- Meso, P., & Jain, R. (2006). Agile software development: adaptive systems principles and best practices. *Information Systems Management*, 23(3), 19-30.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC), Ministerio de Trabajo, Vive Digital Colombia, Todos por un nuevo país y Canal TR3CE. (2015). Primer estudio de trabajo 3.0 en Colombia. Recuperado de http://www.teletrabajo.gov.co/622/articles-13459_recurso_1.pdf
- Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (MinTIC). (2016). Resultados Estudios Penetración Teletrabajo 2016. Recuperado de <http://teletrabajo.gov.co/622/w3-article-16887.html>
- Object Management Group (OMG). (2015). Essence - Kernel and Language for Software Engineering Methods. Recuperado de <https://semat.org/documents/20181/57862/formal-15-12-03.pdf/5d2e878b-73aa-40a7-9c6a-6d365f4f1f8c>
- Oktaba, H. (s.f.). Desarrollo global de software. Recuperado de <https://sg.com.mx/revista/30/desarrollo-global-software>
- Passos, C., Cruzes, D., Dyba, T., & Mendonça, M. (s.f.). Challenges of applying ethnography to study software practices. Recuperado de https://mafiadoc.com/challenges-of-applying-ethnography-to-study-software-practices_5982cff41723ddef56d7c5ef.html
- Programarivm. (2014). *¿Qué opiniones tenéis de Elance, la web de trabajo freelance online?* Recuperado de <https://programarivm.com/que-opiniones-teneis-de-elance-la-web-de-trabajo-freelance-online>
- Pulgarín, S. (2014). *El teletrabajo en la industria del desarrollo de software en Antioquia* (Trabajo de Grado). Universidad Pontificia Bolivariana. Recuperado de <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/2510>
- Quivera, Y., Rodríguez, M., Sosa, O. y Urbina, C. (s.f.). Gerencia del conocimiento. Recuperado de <http://www.geocities.ws/sosaoda/e1/t2.html>
- Rational Software Company. (2001). Rational Unified Process. Best practices for software development teams. Recuperado de https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf
- Rincón, Y. y Zambrano, E. (2008). Equipos de trabajo virtual: los desafíos del trabajo compartido a distancia. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales*, 11(4), 104-119.
- Rodríguez, D., Charczuk, N. y García-Martínez, R. (2014). Investigación en proceso: espacios virtuales para trabajo colaborativo. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/284330379_Investigacion_en_Progreso_Espacios_Virtuales_para_Trabajo_Colaborativo
- Rodríguez, D., Priano, R., Charczuk, N., García, R. y García-Martínez, R. (s.f.). Medidas de interacción en espacios virtuales para trabajo colaborativo. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46341/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Rodriguez, S. (2016). Importancia de un buen equipo de desarrollo de software. Recuperado de <https://axiacore.com/blog/importancia-de-un-buen-equipo-de-desarrollo-de-software/>
- Rolandsson, B., Bergquist, M., & Ljungberg, J. (2011). Open Source in the Firm: Opening Up Professional Practices of Software Development. *Research Policy*, 40(4), 576–587. DOI: 10.1016/j.respol.2010.11003
- Scrum Study. (2016). *A Guide to the Scrum Body of Knowledge* (3rd ed.). Arizona, United States of America: ScrumStudy™.
- Servicios Informáticos de Software y Telecomunicaciones (Sistel). (2017). Equipos de Desarrollo de Software. Recuperado de <https://www.sistel.es/equipos-desarrollo-software>
- Torkar, R., Minoves, P., & Garrigós, J. (2011). Adopting free/libre/open source software practices, techniques and methods for industrial use. *Journal of the Association for Information Systems*, 12(1), 88-122.
- Viancos, V. (2015). Ocho consejos para administrar equipos remotos de desarrolladores. Recuperado de <http://blog.desafiolatam.com/ocho-consejos-para-administrar-equipos-remotos-de-desarrolladores/>
- Zhang, H., Jeffery, R., Houston, D., Huang, L., & Zhu, L. (2011). Impact of process simulation on software practice: An initial report. Recuperado de <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1985993>

Capítulo 10

Factores asociados al desempeño académico en las Pruebas Saber Pro de los estudiantes de la Universidad de Nariño

Ricardo Timarán Pereira¹
Arsenio Hidalgo Troya²
Javier Caicedo Zambrano³

¹ Doctor en Ingeniería; Magíster en Ciencias; Especialista en Multimedia; Ingeniero de Sistemas y Computación. Director Grupo de Investigación GRIAS. Profesor titular, Departamento de Sistemas, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. Correo electrónico: ritimar@udenar.edu.co

² Magíster en Ciencias Estadísticas; Especialista en Proyectos de Desarrollo; Economista; Licenciado en Matemáticas y Física. Director del Centro de Estudios y Asesorías en Estadística – CEASE. Profesor Asociado, Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. Correo electrónico: archi@udenar.edu.co

³ Doctor en Ciencias de la Educación; Magíster en Software Libre; Especialista en Computación para la docencia; Licenciado en Matemáticas y Física; Ingeniero de Sistemas. Profesor Asistente, Departamento de Matemáticas y Estadística, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia. Correo electrónico: jacaza1@udenar.edu.co

Resumen

En este artículo se presenta un análisis estadístico con el fin de identificar los factores socioeconómicos, académicos e institucionales asociados al desempeño académico en las competencias genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño (Colombia) que presentaron las pruebas Saber Pro entre los años 2012 y 2014, a partir de las bases de datos del ICFES. Se realizó un comparativo de los resultados de los estudiantes en las cinco competencias genéricas de estas pruebas con relación a los resultados de los estudiantes de los treinta y seis programas que presentaron estas pruebas, con el fin de establecer lo que se denominó el 'efecto programa'. Igualmente, se estableció cómo es el efecto que tienen las variables socioeconómicas: Edad, Género, Estado civil, Estrato social, Hogar actual, Ser Cabeza de familia y trabajo, en el rendimiento de las competencias genéricas. Para calcular el tamaño del efecto en las diferentes variables se establece las diferencias estandarizadas de las medias con el estadístico d de Cohen. Se determinó que los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en los tres años estudiados obtuvieron un desempeño por encima del promedio nacional en las cinco competencias genéricas que hacen parte de dichas pruebas, destacando su desempeño en Comunicación Escrita, Lectura Crítica y Razonamiento Cuantitativo.

Palabras clave: Desempeño académico, competencias genéricas, Pruebas Saber Pro, Universidad de Nariño.

Factors associated with academic performance in the Saber Pro Tests of the students of the Universidad de Nariño

Abstract

The article evidences the statistical analysis carried out with the purpose of identifying the socioeconomic, academic and institutional factors associated to the academic performance in the generic competences of the students of the Universidad de Nariño (Colombia) that presented the Saber Pro tests between the years 2012 and 2014, from the ICFES databases. A comparison of the students' results in the five generic competences of these tests was made in relation to the results of the students of the thirty-six programs that presented these tests to establish what was called the 'program effect'. Likewise, the effect of socioeconomic variables Age, Gender, Marital status, Social status, Current household, Being Head of household and Work was established related to the performance of generic skills. To calculate the size of the effect in the different variables the standardized differences of the means are established with the statistic d of Cohen. It was determined that the

students of the Universidad de Nariño who presented Saber Pro tests in the three years studied obtained a performance above the national average in the five competences that are part of these tests, emphasizing their performance in Written Communication, Critical Reading and Quantitative Reasoning.

Key words: Academic performance, generic skills, Saber Pro Tests, Universidad de Nariño.

1. Introducción

En Colombia, uno de los objetivos del Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior Saber Pro, según el Decreto 3963 del 14 de octubre de 2009 del Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2009) es, comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes próximos a culminar los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior. El examen está compuesto por pruebas que evalúan competencias genéricas y específicas. De acuerdo con los lineamientos Saber Pro del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) (2011), todos los estudiantes deben presentar los módulos de competencias genéricas, sin importar el programa de formación que cursen, que incluyen competencias de razonamiento cuantitativo, lectura crítica, escritura, inglés y competencias ciudadanas. Éstas últimas, a partir de las pruebas del año 2012.

En la competencia de Razonamiento cuantitativo se evalúa los desempeños relacionados con el uso del lenguaje cuantitativo y la solución de problemas; en la competencia de Lectura crítica, los desempeños asociados a lectura, pensamiento crítico y entendimiento interpersonal (ICFES, 2012a). En Escritura, la competencia para comunicar ideas por escrito, referidas a un tema dado (ICFES, 2011; 2012a). En Inglés, la competencia del estudiante para comunicarse efectivamente en este idioma; en Competencias ciudadanas, las aptitudes de los estudiantes para analizar y comprender su entorno en el marco ético que inspira la Constitución Política de Colombia.

A pesar de que en la Prueba Saber Pro no se pretende que los estudiantes de todas las formaciones desarrollen las competencias genéricas a un mismo nivel, ni aún las comunes a grupos de programas, sí es importante determinar cómo influyen los factores socioeconómicos, académicos e institucionales, para obtener un determinado nivel de desempeño en estas competencias.

Por otra parte, en la Universidad de Nariño no se ha planteado investigaciones que analicen el desempeño de los estudiantes de los diferentes programas profesionales que ofrece esta institución en las competencias genéricas de las Pruebas Saber Pro.

En este artículo se presenta un análisis estadístico con el fin de identificar los factores socioeconómicos, académicos e institucionales asociados al

desempeño académico en las competencias genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro entre los años 2012 y 2014, a partir de las bases de datos del ICFES. Se determinó que aquéllos que lo hicieron en los tres años estudiados, obtuvieron un desempeño por encima del promedio nacional en las cinco competencias que hacen parte de dichas pruebas, destacándose su desempeño en Comunicación Escrita, Lectura Crítica y Razonamiento Cuantitativo.

2. Materiales y métodos

La investigación fue de tipo descriptivo bajo el enfoque cuantitativo, aplicando un diseño no experimental. Para el análisis se utilizó las bases de datos de las Pruebas Saber Pro de los años 2012-2014 del ICFES. Mediante análisis estadístico descriptivo con la calificación media obtenida en las pruebas por estudiantes de cada programa de la Universidad de Nariño, se explica el desempeño académico que obtuvieron en las competencias genéricas de las Pruebas Saber Pro en el período estudiado. Se realizó un comparativo de los resultados de los estudiantes en las cinco competencias genéricas con relación a los resultados de éstos en los 36 programas que presentaron estas pruebas, con el fin de establecer lo que se denominó el 'efecto programa'. Igualmente, se estableció cómo es el efecto que tienen las variables socioeconómicas: Edad, Género, Estado civil, Estrato social, Hogar actual, Ser Cabeza de familia y trabajo, en el rendimiento de las competencias genéricas. Para calcular el tamaño del efecto en las diferentes variables, se estableció las diferencias estandarizadas de las medias con el estadístico *d* de Cohen.

3. Resultados y Discusión

Inicialmente se describe las características socioeconómicas, las cuales pueden generar posibles brechas de rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014, a partir de la información contenida en los formularios de inscripción. Posteriormente, y con el fin de tener una comprensión preliminar de la relación entre los datos, se realiza un análisis de correlación entre las cinco competencias genéricas y se establece el 'efecto programa' en las competencias genéricas de los 36 programas cuyos estudiantes presentaron las pruebas Saber Pro en el periodo estudiado.

3.1 Características socioeconómicas

En el período 2012-2014, un total de 3.823 estudiantes de la Universidad de Nariño presentaron las Pruebas Saber Pro. En la Tabla 1 se presenta sus características socioeconómicas.

Tabla 1. Características Socioeconómicas de estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

VARIABLE SOCIOECONÓMICA		N	%
Género	Femenino	1.773	46,4 %
	Masculino	2.046	53,6 %
Grupos de edad	Menor de 20 años	18	0,5 %
	20-29	3.313	86,8 %
	30-39	387	10,1 %
	40-49	81	2,1 %
	50 o más años	20	0,5 %
Estado Civil	Soltero(a)	3.485	91,3 %
	Casado(a)	164	4,3 %
	Viudo(a)	1	0,0 %
	Separado(a) / Divorciado(a)	21	0,6 %
	Unión libre	146	3,8 %
Estrato social	Uno	1.225	32,1 %
	Dos	1.616	42,4 %
	Tres	799	20,9 %
	Cuatro	146	3,8 %
	Cinco	14	0,4 %
	Seis	0	0,0 %
	Rural	14	0,4 %
	Hogar actual	Habitual o permanente	2.195
	Temporal por estudio	1.628	42,6 %
Es cabeza de familia	No	3.362	87,9 %
	Sí	461	12,1 %
Trabaja	No	2.320	60,9 %
	Sí, por Pago matrícula	925	24,3 %
	Sí, por Práctica estudio	177	4,6 %
	Sí, por Experiencia	387	10,2 %
Total		3.825	100,0 %

Por género, la mayoría son hombres, en un 53,6 %; por edad, el mayor porcentaje se encuentra en el rango de 20 a 29 años con un 86,8 %; el estado civil prevalente es de solteros con un 91,3 %, observándose porcentajes

un tanto similares entre estudiantes casados y en unión libre que suman aproximadamente un 8 %. En una altísima mayoría los estudiantes son de estratos bajos; casi las tres cuartas partes de los estudiantes (74,5 %) pertenecen a los estratos sociales más bajos (uno y dos); un 20,1 % al estrato tres y solo el 4,2 % se ubican en los estratos medio y alto. Aunque la mayoría de estudiantes vive en su hogar habitual o permanente (57,4 %), un número importante, que representa el 42,6 %, reside en un hogar temporal por razones de estudio. Un porcentaje importante de estudiantes (12,1 %) es cabeza de familia y un 39,1 % trabaja, de los cuales el 24,3 % lo hace para pagar sus estudios.

3.2 Programas Académicos

La Tabla 2 presenta los diferentes programas académicos a los cuales pertenecen los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en los tres años de estudio.

Tabla 2. Programas Académicos de estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

PROGRAMA ACADÉMICO	N	%
Administración de empresas	314	8,2 %
Arquitectura	94	2,5 %
Artes visuales	78	2,0 %
Biología	37	1,0 %
Comercio internacional y Mercadeo	94	2,5 %
Derecho	338	8,8 %
Diseño gráfico y multimedial	107	2,8 %
Diseño industrial	112	2,9 %
Economía	214	5,6 %
Física	13	0,3 %
Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	1,3 %
Ingeniería agroforestal	132	3,5 %
Ingeniería agroindustrial	161	4,2 %
Ingeniería agronómica	106	2,8 %
Ingeniería civil	213	5,6 %
Ingeniería de sistemas	133	3,5 %
Ingeniería electrónica	147	3,8 %
Ingeniería en producción acuícola	49	1,3 %

Licenciatura en Inglés y francés	65	1,7 %
Licenciatura en Artes visuales	39	1,0 %
Licenciatura en Educación básica con énfasis en humanidades, lengua castellana e inglés	90	2,4 %
Licenciatura en Educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental	175	4,6 %
Licenciatura en Educación básica con énfasis en ciencias sociales	52	1,4 %
Licenciatura en Filosofía y letras	68	1,8 %
Licenciatura en Informática	95	2,5 %
Licenciatura en Lengua castellana y literatura	215	5,6 %
Licenciatura en Matemáticas	50	1,3 %
Licenciatura en Música	91	2,4 %
Medicina	74	1,9 %
Medicina veterinaria	113	3,0 %
Psicología	87	2,3 %
Química	61	1,6 %
Sociología	79	2,1 %
Tecnología en Computación	2	0,1 %
Tecnología en Promoción de la salud	1	0,0 %
Zootecnia	77	2,0 %
Total	3.825	100,0 %

3.3 Correlación entre las cinco competencias genéricas

A través del coeficiente de correlación de Pearson se establece cómo son asociados linealmente entre sí, los resultados obtenidos en las cinco competencias genéricas por los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas en el período 2012-2014. (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz de correlaciones de las Competencias genéricas

Competencias	Coefficiente de Pearson	Inglés	Lectura crítica	Razonamiento cuantitativo	Competencias ciudadanas
Comunicación escrita	Correlación	0,187**	0,281**	0,127**	0,287**
	valor p	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	3825	3825	3825	3825

Inglés	Correlación	0,358**	0,335**	0,314**
	valor p	0,000	0,000	0,000
	N	3825	3825	3825
Lectura crítica	Correlación		0,426**	0,595**
	valor p		0,000	0,000
	N		3825	3825
Razonamiento cuantitativo	Correlación			0,371**
	valor p			0,000
	N			3825

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Según la Tabla 3, todas las correlaciones resultan altamente significativas (p valor $<0,01$) por el tamaño de los datos. Siguiendo la clasificación de Cohen (1998), para la interpretación del coeficiente de Pearson, se observó que Lectura crítica presenta una correlación alta ($r > 0,5$) con Competencias ciudadanas, y una correlación moderada ($0,3 < r \leq 0,5$) con Razonamiento cuantitativo; las correlaciones de inglés con el resto de competencias, excepto con Comunicación escrita, son moderadas; igualmente, es moderada la correlación entre Razonamiento cuantitativo y Competencias ciudadanas. Con relación a Comunicación escrita se observó correlación baja con todas las competencias ($r \leq 0,3$).

3.4 Efecto de los programas en las Competencias genéricas en el contexto institucional

Efecto del Programa en Comunicación Escrita

La Tabla 4 permite evidenciar que en la competencia de Comunicación Escrita, durante el período 2012 a 2014, Sociología alcanzó el mejor desempeño entre los programas académicos que ofrece la Universidad de Nariño, seguido por Derecho, a una diferencia no relevante ($d < 0,2$) y luego están situados Psicología, Licenciatura en Inglés y Francés, Medicina, Administración de Empresas, Economía y Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e Inglés, con diferencias pequeñas ($d < 0,5$) respecto al primer programa. Los demás programas alcanzan tamaños de efecto moderado o grande.

Tabla 4. Clasificación por Programas Académicos de la Universidad de Nariño en Comunicación Escrita de las Pruebas Saber Pro 2012-2014

No.	PROGRAMA *	N	Media	Desviación estándar	d Cohen
1	Sociología	79	10,93	0,87	-
2	Derecho	338	10,78	1,03	0,154
3	Psicología	87	10,61	1,21	0,309
4	Licenciatura en Inglés y Francés	65	10,62	1,03	0,332
5	Medicina	74	10,61	0,99	0,347
6	Administración de empresas	314	10,48	1,05	0,445
7	Economía	214	10,47	1,07	0,451
8	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua castellana e Inglés	90	10,52	0,92	0,457
9	Comercio internacional y Mercadeo	94	10,43	1,13	0,499
10	Química	61	10,46	0,91	0,532
11	Licenciatura en Filosofía y Letras	68	10,36	1,09	0,587
12	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias sociales	52	10,38	0,98	0,609
13	Licenciatura en Lengua castellana y Literatura	215	10,25	1,11	0,648
14	Biología	37	10,34	0,95	0,660
15	Zootecnia	77	10,21	1,08	0,738
16	Ingeniería civil	213	10,18	1,07	0,745
17	Licenciatura en Matemáticas	50	10,24	1,02	0,745
18	Ingeniería agroindustrial	161	10,20	1,01	0,754
19	Licenciatura en Música	91	10,19	1,02	0,778
20	Arquitectura	94	10,17	0,96	0,828
21	Diseño gráfico y multimedial	107	10,07	1,12	0,848
22	Medicina veterinaria	113	10,15	0,96	0,849
23	Ingeniería en Producción acuícola	49	10,13	1,06	0,851
24	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias naturales y educación ambiental	175	10,10	1,00	0,865
25	Diseño industrial	112	10,09	1,02	0,875

26	Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	10,01	1,10	0,964
27	Licenciatura en informática	95	10,02	0,98	0,986
28	Ingeniería de sistemas	133	10,01	0,97	0,995
29	Ingeniería agroforestal	132	10,00	0,96	1,015
30	Ingeniería agronómica	106	9,93	1,03	1,037
31	Física	13	9,98	0,92	1,092
32	Ingeniería electrónica	147	9,91	0,96	1,108
33	Artes visuales	78	9,76	1,07	1,200
34	Licenciatura en Artes visuales	39	9,57	1,04	1,467
GENERAL		3.822	10,28	1,07	0,612

Efecto del Programa en Inglés

El programa de Licenciatura en Inglés y Francés obtuvo el mejor desempeño en la prueba de Inglés durante el período estudiado, seguido por la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e Inglés, a una diferencia moderada ($d < 0,8$). Las posiciones siguientes son ocupadas por los programas de Ingeniería Electrónica, Medicina, Psicología y Biología con diferencias grandes ($d > 0,8$). Los demás programas alcanzan tamaños de efecto superiores (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación por Programas Académicos de la Universidad de Nariño en Inglés de las Pruebas Saber Pro 2012-2014

No.	PROGRAMA *	N	Media	Desviación estándar	d Cohen
1	Licenciatura en Inglés y Francés	65	12,77	1,01	-
2	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua castellana e Inglés	90	12,18	1,12	0,542
3	Ingeniería electrónica	147	11,03	1,10	1,615
4	Medicina	74	10,99	1,13	1,652
5	Psicología	87	10,60	1,32	1,809
6	Biología	37	10,86	1,08	1,838
7	Derecho	338	10,35	1,32	1,900
8	Diseño industrial	112	10,16	1,48	1,962
9	Ingeniería de sistemas	133	10,63	1,05	2,062

10	Artes visuales	78	9,54	1,74	2,214
11	Diseño gráfico y multimedial	107	10,41	1,08	2,235
12	Física	13	10,62	0,58	2,236
13	Química	61	10,70	0,81	2,245
14	Arquitectura	94	10,29	1,16	2,250
15	Ingeniería agronómica	106	10,05	1,26	2,314
16	Comercio internacional y Mercadeo	94	10,50	0,96	2,316
17	Ingeniería civil	213	10,49	0,91	2,425
18	Administración de empresas	314	10,17	1,07	2,451
19	Licenciatura en Matemáticas	50	10,27	0,73	2,771
20	Medicina veterinaria	113	10,22	0,81	2,858
21	Economía	214	10,02	0,94	2,869
22	Licenciatura en educación básica con énfasis en Ciencias naturales y Educación ambiental	175	9,52	1,15	2,907
23	Zootecnia	77	10,01	0,74	3,145
24	Ingeniería agroindustrial	161	9,91	0,85	3,182
25	Licenciatura en Lengua castellana y Literatura	215	9,70	0,90	3,312
26	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias sociales	52	9,90	0,61	3,333
27	Licenciatura en Filosofía y Letras	68	9,79	0,75	3,351
28	Licenciatura en Música	91	9,73	0,77	3,460
29	Sociología	79	9,90	0,62	3,491
30	Ingeniería agroforestal	132	9,95	0,68	3,513
31	Ingeniería en Producción acuícola	49	9,70	0,60	3,554
32	Licenciatura en Informática	95	10,04	0,53	3,560
33	Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	9,75	0,54	3,583
34	Licenciatura en Artes visuales	39	9,58	0,57	3,639
GENERAL		3.822	10,26	1,18	2,124

Efecto del Programa en Lectura Crítica

Según la Tabla 6, a continuación, durante el período 2012 - 2014 el programa de Medicina presentó el mejor desempeño en la competencia de Lectura Crítica, seguido por Derecho y Psicología, con diferencias irrelevantes en tamaño ($d < 0,2$). A diferencias pequeñas ($d < 0,5$) están ubicados los programas de Biología, Química y Física. Los demás programas alcanzan tamaños de efecto superiores.

Tabla 6. Clasificación por Programas Académicos de la Universidad de Nariño en Lectura Crítica de las Pruebas Saber Pro 2012-2014

No.	PROGRAMA *	N	Media	Desviación estándar	d Cohen
1	Medicina	74	11,04	0,87	-
2	Derecho	338	11,03	1,02	0,009
3	Psicología	87	10,88	0,83	0,186
4	Biología	37	10,86	0,90	0,207
5	Química	61	10,71	0,86	0,381
6	Física	13	10,65	1,11	0,423
7	Sociología	79	10,61	0,70	0,548
8	Licenciatura en Filosofía y Letras	68	10,56	0,77	0,578
9	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias sociales	52	10,56	0,68	0,602
10	Ingeniería electrónica	147	10,48	0,92	0,617
11	Licenciatura en Inglés y Francés	65	10,47	0,74	0,700
12	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua castellana e Inglés	90	10,43	0,82	0,715
13	Ingeniería civil	213	10,33	1,00	0,733
14	Medicina veterinaria	113	10,43	0,78	0,746
15	Arquitectura	94	10,39	0,85	0,749
16	Comercio internacional y Mercadeo	94	10,28	1,08	0,764
17	Licenciatura en Matemáticas	50	10,36	0,87	0,780
18	Ingeniería agronómica	106	10,37	0,81	0,795
19	Diseño gráfico y multimedial	107	10,30	0,92	0,814
20	Ingeniería de Sistemas	133	10,29	0,94	0,820
21	Economía	214	10,20	1,00	0,865
22	Diseño industrial	112	10,33	0,79	0,869
23	Licenciatura en Informática	95	10,30	0,83	0,869
24	Administración de empresas	314	10,17	0,97	0,906
25	Ingeniería agroforestal	132	10,25	0,83	0,931
26	Licenciatura en Lengua castellana y Literatura	215	10,09	1,00	0,984
27	Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	10,22	0,53	1,077
28	Zootecnia	77	10,04	0,86	1,152
29	Licenciatura en Música	91	9,92	0,99	1,193
30	Ingeniería agroindustrial	161	9,92	0,92	1,238
31	Artes visuales	78	9,90	0,95	1,246
32	Ingeniería en Producción acuícola	49	9,97	0,80	1,262

33	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias naturales y Educación ambiental	175	9,75	0,96	1,378
34	Licenciatura en Artes visuales	39	9,39	0,89	1,876
GENERAL		3.822	10,33	0,98	0,721

Efecto del Programa en Razonamiento Cuantitativo

En Razonamiento Cuantitativo el programa de Medicina alcanzó el mejor promedio en el período analizado; Ingeniería Electrónica ocupó el segundo lugar, con una diferencia en el desempeño no relevante en tamaño ($d < 0,2$). Los programas de Física, Ingeniería Civil y Química ocupan las siguientes posiciones con diferencias pequeñas ($d < 0,5$) respecto del primer lugar. Los programas de Derecho, Biología, Ingeniería de Sistemas, Licenciatura en Matemáticas y Arquitectura alcanzan diferencias moderadas ($d < 0,8$); los restantes programas presentan diferencias grandes (Tabla 7).

Tabla 7. Clasificación por Programas Académicos de la Universidad de Nariño en Razonamiento Cuantitativa de las pruebas Saber Pro 2012-2014

No.	PROGRAMA *	N	Media	Desviación estándar	d Cohen
1	Medicina	74	11,12	0,89	.
2	Ingeniería electrónica	147	11,02	0,92	0,111
3	Física	13	10,88	1,11	0,256
4	Ingeniería civil	213	10,76	0,95	0,389
5	Química	61	10,73	0,83	0,448
6	Derecho	338	10,64	0,96	0,509
7	Biología	37	10,66	0,91	0,509
8	Ingeniería de sistemas	133	10,56	1,14	0,532
9	Licenciatura en Matemáticas	50	10,64	0,80	0,565
10	Arquitectura	94	10,48	0,83	0,746
11	Economía	214	10,29	0,98	0,867
12	Ingeniería agronómica	106	10,38	0,79	0,892
13	Administración de empresas	314	10,25	0,98	0,907
14	Comercio internacional y Mercadeo	94	10,26	0,94	0,937
15	Licenciatura en Informática	95	10,31	0,79	0,965
16	Psicología	87	10,27	0,83	0,991
17	Medicina veterinaria	113	10,26	0,80	1,027
18	Ingeniería agroforestal	132	10,25	0,80	1,043

19	Ingeniería agroindustrial	161	10,19	0,87	1,068
20	Sociología	79	10,26	0,67	1,103
21	Zootecnia	48	10,15	0,78	1,141
22	Diseño industrial	112	10,07	0,80	1,255
23	Ingeniería en Producción acuícola	49	10,06	0,74	1,278
24	Licenciatura en Música	91	9,79	1,04	1,366
25	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua castellana e Inglés	90	10,00	0,75	1,372
26	Diseño gráfico y multimedial	107	9,99	0,75	1,392
27	Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	9,99	0,57	1,452
28	Licenciatura en Filosofía y Letras	68	9,86	0,70	1,563
29	Licenciatura en Inglés y Francés	65	9,81	0,65	1,674
30	Licenciatura en Lengua castellana y Literatura	215	9,64	0,88	1,678
31	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias sociales	52	9,71	0,59	1,814
32	Artes visuales	78	9,51	0,85	1,857
33	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias naturales y Educación ambiental	175	9,42	0,70	2,243
34	Licenciatura en Artes visuales	39	9,20	0,72	2,300
GENERAL		3.822	10,21	0,98	0,928

Efecto del Programa en Competencias ciudadanas

En las Competencias ciudadanas, el programa de mejor desempeño es el de Derecho. Entre las siguientes posiciones están: Psicología, Medicina y Sociología, en ese orden, con tamaños de efecto pequeños ($d < 0,05$). En los siguientes lugares están los programas de Biología, Física, Ingeniería Electrónica, Química y Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Sociales, a diferencias moderadas del primer lugar ($d < 0,8$). Los demás programas presentan diferencias grandes en tamaño del efecto (Tabla 8).

Tabla 8. Clasificación por Programas Académicos de la Universidad de Nariño en Competencias Ciudadanas de las pruebas Saber Pro 2012-2014

No.	PROGRAMA *	N	Media	Desviación estándar	d Cohen
1	Derecho	338	11,01	0,99	-
2	Psicología	87	10,66	0,82	0,370
3	Medicina	74	10,59	0,97	0,428
4	Sociología	79	10,54	0,78	0,489
5	Biología	37	10,49	0,88	0,536
6	Física	13	10,37	0,90	0,652
7	Ingeniería electrónica	147	10,28	1,02	0,731
8	Química	61	10,30	0,69	0,751
9	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias sociales	52	10,27	0,82	0,769
10	Medicina veterinaria	113	10,26	0,73	0,806
11	Arquitectura	94	10,14	0,93	0,896
12	Licenciatura en Filosofía y Letras	68	10,15	0,72	0,909
13	Comercio internacional y Mercadeo	94	10,11	1,02	0,910
14	Ingeniería agronómica	106	10,11	0,93	0,927
15	Geografía aplicada a la organización del espacio y planificación regional	49	10,12	0,71	0,935
16	Ingeniería civil	213	10,09	0,93	0,954
17	Economía	214	10,07	0,97	0,964
18	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Humanidades, Lengua castellana e Inglés	90	10,07	0,86	0,982
19	Ingeniería de sistemas	133	10,01	0,95	1,021
20	Licenciatura en Inglés y Francés	65	9,91	1,43	1,032
21	Ingeniería agroforestal	132	10,00	0,91	1,043
22	Administración de empresas	314	9,96	1,02	1,050
23	Diseño industrial	112	9,97	0,77	1,108
24	Zootecnia	77	9,95	0,79	1,118
25	Licenciatura en Matemáticas	50	9,83	1,01	1,194
26	Diseño gráfico y multimedial	107	9,83	0,93	1,211

27	Licenciatura en Informática	95	9,81	0,81	1,263
28	Ingeniería agroindustrial	161	9,74	0,93	1,313
29	Licenciatura en Música	91	9,54	1,37	1,364
30	Ingeniería en Producción acuícola	49	9,69	0,80	1,365
31	Licenciatura en Lengua castellana y Literatura	215	9,64	0,90	1,436
32	Artes visuales	78	9,54	0,91	1,511
33	Licenciatura en Educación básica con énfasis en Ciencias naturales y Educación ambiental	175	9,47	0,95	1,576
34	Licenciatura en Artes visuales	39	9,16	0,69	1,931
GENERAL		3.822	10,08	1,02	0,915

3.5 Efecto de las variables socioeconómicas en las Competencias genéricas en el Contexto institucional

Para establecer si las diferencias en puntajes en las cinco competencias son estadísticamente significativas, en las variables socioeconómicas se calculó los intervalos de confianza de medias al 95 %. Aquellos grupos que muestran rangos que no se traslapan presentan verdaderas diferencias. Los grupos son ordenados según el nivel de desempeño de mayor a menor, teniendo en cuenta las diferencias estandarizadas, tomando como referencia el grupo de más alto puntaje en cada prueba. Para su interpretación, se forma grupos simbolizados con las letras A, B, C, etc. para denotar puntajes promedios que van de los valores más altos a los más bajos.

Efecto del Género

La Tabla 9 permite concluir que en las pruebas de Competencias genéricas Saber Pro 2012-2014, los hombres presentan mejores desempeños que las mujeres en Razonamiento cuantitativo e Inglés, y las mujeres superan a los hombres en las tres competencias restantes, observando diferencias de magnitud relevante ($>0,2$) en Razonamiento cuantitativo en favor de los hombres y en Inglés en favor de las mujeres, según el estadístico d de Cohen.

Tabla 9. Género y desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Género	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	Femenino	1762	10,45	1,03	10,40	10,50	-	A
	Masculino	2040	10,14	1,08	10,10	10,19	0,29	B
Inglés	Femenino	1773	10,20	1,11	10,15	10,25	0,09	B
	Masculino	2046	10,30	1,24	10,25	10,36	-	A
Lectura crítica	Femenino	1773	10,35	0,96	10,30	10,39	-	A
	Masculino	2046	10,32	1,00	10,28	10,37	0,02	B
Razonamiento cuantitativo	Femenino	1773	10,02	0,88	9,97	10,06	0,38	B
	Masculino	2046	10,38	1,03	10,33	10,42	-	A
Competencias ciudadanas	Femenino	1773	10,09	1,01	10,05	10,14	-	A
	Masculino	2046	10,06	1,04	10,02	10,11	0,03	B

Efecto de la Edad

Por grupos de edad, los estudiantes en el rango de 20 a 29 años superan a los demás grupos en todas las competencias con tamaños de efecto relevantes. Se observó una marcada tendencia negativa: a mayor edad, menor rendimiento, casi en la totalidad de las cinco pruebas (Tabla 10).

Tabla 10. Edad y desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Grupo de Edad	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	Menor de 20 años	18	10,08	1,34	9,42	10,75	0,23	C
	20-29	3304	10,32	1,05	10,28	10,36	-	A
	30-39	381	10,05	1,17	9,94	10,17	0,25	D
	40-49	80	10,13	1,13	9,88	10,38	0,18	B
	50 o más años	19	9,77	0,94	9,32	10,22	0,53	E

Inglés	Menor de 20 años	18	10,03	0,84	9,61	10,45	0,25	B
	20-29	3313	10,32	1,17	10,28	10,36	-	A
	30-39	387	9,94	1,08	9,83	10,05	0,33	C
	40-49	81	9,39	1,60	9,03	9,74	0,79	E
	50 o más años	20	9,51	1,31	8,89	10,12	0,70	D
Lectura crítica	Menor de 20 años	18	10,08	0,89	9,63	10,52	0,35	B
	20-29	3313	10,41	0,94	10,37	10,44	-	A
	30-39	387	10,01	1,06	9,90	10,11	0,41	C
	40-49	81	9,37	1,00	9,15	9,59	1,10	D
	50 o más años	20	9,13	0,85	8,73	9,53	1,35	E
Razonamiento cuantitativo	Menor de 20 años	18	9,82	0,72	9,46	10,18	0,49	B
	20-29	3313	10,29	0,96	10,26	10,32	-	A
	30-39	387	9,81	0,96	9,72	9,91	0,50	C
	40-49	81	9,20	0,92	8,99	9,40	1,13	E
	50 o más años	20	9,35	0,56	9,08	9,61	0,98	D
Competencias ciudadanas	Menor de 20 años	18	9,69	0,81	9,29	10,09	0,43	C
	20-29	3313	10,12	1,01	10,09	10,15	-	A
	30-39	387	9,91	1,10	9,80	10,02	0,21	B
	40-49	81	9,44	1,13	9,19	9,69	0,67	E
	50 o más años	20	9,22	1,01	8,75	9,69	0,89	N

Efecto del Estado Civil

Según la Tabla 11 a continuación, los solteros(as) presentan mejores desempeños en las competencias de Inglés, Lectura crítica y Razonamiento cuantitativo. En las pruebas de Comunicación escrita y Lectura crítica, tienen mejor desempeño los separados(as)/divorciados(as) y los viudos(as) respectivamente, aunque en este último grupo aparece un solo estudiante que presentó las pruebas en el período estudiado.

Tabla 11. Estado Civil y desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Estado Civil	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	Soltero(a)	3470	10,30	1,06	10,26	10,33	0,30	C
	Casado(a)	163	10,30	1,07	10,13	10,47	0,29	B
	Viudo(a)	1	9,90	-	-	-	0,62	E
	Separado(a) / Divorciado(a)	21	10,61	1,14	10,09	11,13	-	A
	Unión libre	145	9,95	1,18	9,76	10,14	0,56	D
	Inglés	Soltero(a)	3485	10,30	1,18	10,26	10,33	-
Casado(a)		164	9,94	0,88	9,81	10,08	0,30	C
Viudo(a)		1	9,50	-	-	-	0,67	E
Separado(a) / Divorciado(a)		21	10,08	1,04	9,60	10,55	0,19	B
Unión libre		146	9,71	1,44	9,47	9,94	0,50	D
Lectura crítica	Soltero(a)	3485	10,37	0,97	10,34	10,40	-	A
	Casado(a)	164	10,08	0,97	9,93	10,23	0,30	C
	Viudo(a)	1	10,10	-	-	-	0,28	B
	Separado(a) / Divorciado(a)	21	10,01	0,92	9,59	10,44	0,37	D
	Unión libre	146	9,78	1,06	9,60	9,95	0,61	E
Razonamiento cuantitativo	Soltero(a)	3485	10,25	0,98	10,21	10,28	-	A
	Casado(a)	164	9,97	0,94	9,83	10,11	0,42	C
	Viudo(a)	1	9,60	-	-	-	0,80	E
	Separado(a) / Divorciado(a)	21	10,06	1,21	9,51	10,61	0,32	B
	Unión libre	146	9,66	0,88	9,52	9,81	0,74	D

Competencias ciudadanas	Soltero(a)	3485	10,11	1,00	10,07	10,14	0,99	D
	Casado(a)	164	9,84	1,30	9,64	10,04	0,97	C
	Viudo(a)	1	11,10	-	-	-	-	A
	Separado(a) / Divorciado(a)	21	10,09	1,18	9,55	10,62	0,86	B
	Unión libre	146	9,64	1,11	9,46	9,82	1,32	E

Efecto del Estrato Social

Los estratos más altos -4 y 5- ocupan las primeras posiciones en rendimiento en todas las pruebas observadas, exceptuando Comunicación escrita, prueba en la cual el estrato 5 presenta bajo rendimiento. Los estratos más bajos -1 y Rural- tienen bajos rendimientos en la mayoría de pruebas, a excepción de Competencia ciudadana, en donde éste último ocupa un tercer lugar, como se puede observar en la Tabla 12. En Comunicación escrita, las diferencias estandarizadas no son relevantes con relación al referente, con excepción del rural, que sí presenta una diferencia importante.

Tabla 12. Estrato Social y desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Estrato Social	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	Uno	1219	10,19	1,08	10,13	10,25	0,17	D
	Dos	1610	10,31	1,04	10,26	10,36	0,06	C
	Tres	794	10,37	1,09	10,29	10,44	0,01	B
	Cuatro	145	10,38	1,09	10,20	10,55	-	A
	Cinco	14	10,18	1,18	9,49	10,86	0,18	E
	Rural	14	9,73	1,34	8,96	10,50	0,58	F
Inglés	Uno	1225	9,94	0,98	9,89	10,00	1,58	F
	Dos	1616	10,28	1,16	10,22	10,34	1,05	D
	Tres	799	10,54	1,30	10,45	10,63	0,74	C
	Cuatro	146	11,00	1,48	10,75	11,24	0,34	B
	Cinco	14	11,51	1,70	10,53	12,49	-	A
	Rural	14	9,95	0,51	9,65	10,25	1,24	E

Lectura crítica	Uno	1225	10,08	0,98	10,03	10,14	0,62	F
	Dos	1616	10,37	0,93	10,33	10,42	0,34	D
	Tres	798	10,57	0,97	10,50	10,64	0,12	C
	Cuatro	146	10,69	1,00	10,53	10,86	-	A
	Cinco	14	10,59	1,35	9,81	11,36	0,10	B
	Rural	14	10,30	0,75	9,87	10,73	0,40	E
Razonamiento cuantitativo	Uno	1225	10,02	0,92	9,97	10,07	0,96	F
	Dos	1616	10,21	0,95	10,16	10,26	0,74	E
	Tres	798	10,42	1,02	10,35	10,49	0,49	C
	Cuatro	146	10,59	1,12	10,41	10,77	0,27	B
	Cinco	14	10,93	2,24	9,63	12,22	-	A
	Rural	14	10,09	0,91	9,57	10,62	0,49	D
Competencias ciudadanas	Uno	1225	9,84	1,02	9,79	9,90	1,09	F
	Dos	1616	10,12	0,98	10,07	10,17	0,85	E
	Tres	798	10,28	0,98	10,22	10,35	0,68	D
	Cuatro	146	10,33	1,32	10,11	10,54	0,47	B
	Cinco	14	10,96	1,34	10,18	11,73	-	A
	Rural	14	10,15	1,36	9,36	10,94	0,60	C

Efecto del Hogar actual

En todas las competencias genéricas, los estudiantes que viven en un hogar habitual o permanente superan en rendimiento a aquéllos que viven en un hogar temporal por estudio, aunque solo alcanzan una diferencia relevante en las pruebas de Inglés y Lectura crítica (Tabla 13).

Tabla 13. Hogar Actual y desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Hogar actual	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	Habitual o permanente.	2186	10,33	1,05	10,28	10,37	-	A
	Temporal por estudio	1619	10,23	1,08	10,18	10,28	0,09	B
Inglés	Habitual o permanente.	2195	10,39	1,25	10,34	10,44	-	A
	Temporal por estudio	1628	10,08	1,07	10,03	10,13	0,26	B

Lectura crítica	Habitual o permanente.	2194	10,44	0,97	10,40	10,48	-	A
	Temporal por estudio	1628	10,19	0,97	10,14	10,24	0,26	B
Razonamiento cuantitativo	Habitual o permanente.	2194	10,26	1,04	10,22	10,30	-	A
	Temporal por estudio	1628	10,14	0,90	10,10	10,19	0,12	B
Competencias ciudadanas	Habitual o permanente.	2194	10,16	1,05	10,12	10,21	-	A
	Temporal por estudio	1628	9,96	0,99	9,92	10,01	0,19	B

Efecto de ser Cabeza de familia

Los estudiantes que son Cabeza de familia tienen rendimientos más bajos que aquéllos que no lo son, en todas las competencias genéricas. A excepción de Comunicación escrita, las diferencias entre estos dos grupos son relevantes en las pruebas observadas (Tabla 14).

Tabla 14. Ser Cabeza de familia y Desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Cabeza de flia.	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	No	3348	10,30	1,06	10,27	10,34	-	A
	Sí	457	10,14	1,08	10,04	10,24	0,16	B
Inglés	No	3362	10,31	1,18	10,27	10,35	-	A
	Sí	461	9,84	1,13	9,74	9,95	0,40	B
Lectura crítica	No	3361	10,39	0,95	10,36	10,42	-	A
	Sí	461	9,94	1,07	9,84	10,04	0,46	B
Razonamiento cuantitativo	No	3361	10,26	0,97	10,23	10,29	-	A
	Sí	461	9,86	1,01	9,77	9,96	0,40	B
Competencias ciudadanas	No	3361	10,11	1,00	10,08	10,15	-	A
	Sí	461	9,83	1,18	9,72	9,94	0,27	B

Efecto del Trabajo

En las cinco competencias genéricas se observó que los estudiantes que se ven obligados a trabajar para poder pagar su matrícula, tienen menor rendimiento que el resto de estudiantes que no trabajan o que si lo hacen, es por práctica o por experiencia (Tabla 15).

Tabla 15. Trabajo y Desempeño académico de las Competencias Genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en el período 2012-2014

Competencia Genérica	Trabaja	N	Media	Desviación estándar	IC media al 95 %		d Cohen	Grupo
					LI	LS		
Comunicación escrita	No	2309	10,29	1,05	10,24	10,33	0,24	C
	Sí, para pago de matrícula	921	10,21	1,10	10,14	10,28	0,30	D
	Sí por Práctica de estudio	175	10,55	1,13	10,38	10,71	-	A
	Sí, por Experiencia	386	10,34	1,05	10,23	10,44	0,19	B
Inglés	No	2320	10,27	1,21	10,22	10,31	0,20	C
	Sí, para pago de matrícula	925	10,10	1,09	10,03	10,17	0,36	D
	Sí por Práctica de estudio	177	10,50	1,35	10,30	10,70	-	A
	Sí, por Experiencia	387	10,46	1,16	10,35	10,58	0,03	B
Lectura crítica	No	2319	10,38	0,96	10,34	10,42	0,07	C
	Sí, para pago de matrícula	925	10,18	1,04	10,11	10,24	0,26	D
	Sí por Práctica de estudio	177	10,44	0,88	10,31	10,57	-	A
	Sí, por Experiencia	387	10,40	0,91	10,31	10,49	0,04	B
Razonamiento cuantitativo	No	2319	10,23	0,96	10,19	10,26	0,13	B
	Sí, para pago de matrícula	925	10,12	1,02	10,06	10,19	0,22	D
	Sí por Práctica de estudio	177	10,16	0,87	10,04	10,29	0,19	C
	Sí, por Experiencia	387	10,35	1,04	10,25	10,46	0,0	A
Competencias ciudadanas	No	2319	10,12	1,00	10,08	10,16	-	A
	Sí, para pago de matrícula	925	9,96	1,05	9,89	10,02	0,16	D
	Sí por Práctica de estudio	177	10,10	0,99	9,96	10,25	0,01	B
	Sí, por Experiencia	387	10,11	1,12	9,99	10,22	0,01	C

4. Conclusiones y trabajos futuros

Analizar los resultados del desempeño académico universitario constituye un factor relevante, dado que permite tener evidencias sólidas de la calidad de la educación superior, en la medida en que se identifica elementos que afectan el rendimiento de los estudiantes, los cuales son importantes de considerar en el momento de diseñar políticas públicas en la perspectiva del mejoramiento de los procesos educativos universitarios. En este contexto, el presente trabajo aporta evidencia empírica acerca del desempeño académico de los estudiantes de la Universidad de Nariño a nivel institucional.

Mediante el análisis estadístico se determinó que los estudiantes de la Universidad de Nariño que presentaron las Pruebas Saber Pro en los tres años estudiados, obtuvieron un desempeño por encima del promedio nacional en las cinco competencias que hacen parte de las mismas, destacando su desempeño en Comunicación Escrita, Lectura Crítica y Razonamiento Cuantitativo.

Para trabajos futuros está la utilización de estos datos en aras de 'descubrir patrones de rendimiento académico' en las competencias genéricas de los estudiantes de la Universidad de Nariño en las Pruebas Saber Pro, recurriendo a técnicas de minería de datos.

Agradecimientos

Este proyecto de investigación se financió con recursos del Sistema de Investigaciones de la Universidad de Nariño.

Referencias

- Cohen, J. (1988). *Statistical power Analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- ICFES Saber Pro. (2011). Lineamientos Saber Pro noviembre 2011. Recuperado de http://files.pruebaprofiloteo.webnode.es/200000031-9b9b99c95f/Lineamientos_SABER_PRO_2011_2_30_08.pdf
- ICFES. (2012a). Examen Saber Pro Junio de 2012 - I. Módulos de competencias genéricas y específicas disponibles. Evaluación de la calidad de la educación superior. Recuperado de http://cic.javerianacali.edu.co/wiki/lib/exe/fetch.php?media=abet:modulos_4_2012-1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2009). Decreto 3963 del 14 de octubre de 2009 "por el cual se reglamenta el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior". Bogotá, Colombia. Recuperado de www.mineducacion.gov.co/1621/article-205955.html.

Capítulo 11

Gestión del conocimiento en el entorno universitario: una aproximación

Omar Antonio Vega¹

¹ Doctor en Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad Pontificia de Salamanca; Magíster en Educación – Docencia, Universidad de Manizales; Magíster en Orientación y Asesoría Educativa, Universidad Católica de Manizales – Universidad Externado de Colombia; Especialista en Informática y Computación, Universidad de Manizales; Ingeniero Agrónomo, Universidad de Caldas. Profesor Titular, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. Correo electrónico: oavega@umanizales.edu.co / omarantonio.vega@gmail.com / ORCID: 0000-0002-5916-2181

Resumen

El presente artículo pretende hacer una reflexión acerca de la gestión de la información y el conocimiento -mayoritariamente asumida en el sector empresarial- en el entorno académico, específicamente el universitario, como una oportunidad de ser coherente con las características de la actual sociedad globalizada. Para lograrlo, se hace un somero acercamiento teórico a la temática, para luego enfocar el tratamiento en el ámbito universitario, desde las dimensiones: Creación, Transferencia y almacenamiento, Aplicación y uso de conocimiento. Finalmente se presenta los datos suministrados por algunos docentes sobre su acción ante tales dimensiones, desde las funciones misionales de la universidad.

Palabras clave: Gestión del conocimiento, Funciones misionales universitarias, Creación de conocimiento, Transferencia y almacenamiento de conocimiento, Aplicación y uso de conocimiento.

Management of knowledge in the university environment: an approximation

Abstract

This article aims to reflect on the management of information and knowledge -assuming mostly in the business sector- in the academic environment, specifically the university environment, as an opportunity to be coherent with the characteristics of the current globalized society. To achieve this, a brief theoretical approach to the subject is made, to focus later on the treatment in the university environment, from the dimensions: Creation, Transfer and storage, Application and use of knowledge. Finally, the data provided by some teachers about their action in such dimensions is presented, from the missionary functions of the university.

Key words: Knowledge management, University mission functions, Knowledge creation, Knowledge transfer and storage, Application and use of knowledge.

1. Introducción

El actual mundo globalizado tiene, entre sus características, la incorporación creciente de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en todos los aspectos de la cotidianidad, así como el uso intensivo de la información y el conocimiento, conformando una diada fundamental en el desarrollo personal, colectivo y organizacional, lo que ratifican Alva y Guerrero (2015) al señalar que:

El factor económico [...] desde la revolución industrial, determina los procesos de integración y crecimiento, en tanto las TIC han establecido nuevas formas de conectividad [...], mientras el uso del conocimiento revoluciona la importancia de los recursos intangibles y el surgimiento de formas espaciales. (p. 316)

Debido a ello, se adjudica una especial relevancia a la gestión del conocimiento, entendida por Tobón y Núñez (citados por Ortega-Carbajal, Hernández-Mosqueda y Tobón-Tobón, 2015), “como el proceso de búsqueda, construcción, significación y aplicación del conocimiento para comprender, detectar y abordar la incertidumbre de forma estratégica y con flexibilidad” (p. 147); es decir, como base de la toma de decisiones.

Y se hace necesario aclarar que el conocimiento -no su gestión ni la toma de decisiones con base en él-, aparece con la popularización de las TIC, ya que en la historia de la humanidad siempre ha existido y contribuido a su evolución. Y no solo el conocimiento en específico, sino la escuela como gestora de él:

La Historia de la Educación es la historia, al mismo tiempo, de la evolución misma del conocimiento. Se habla de las varias revoluciones tecnológicas habidas en la historia de la Humanidad, siempre ligadas a grandes innovaciones tecnológicas y conceptuales. [...]. La Educación ha estado más que presente, bien porque se haya gestado tal revolución con los conocimientos adquiridos en el sistema educativo -si se nos permite el anacronismo inherente a la utilización de este concepto por lo que respecta a revoluciones dadas en siglos pasados- o en él se han desarrollado sus consecuencias, permitiendo en gran medida la gestación del paso a la revolución cultural o tecnológica siguiente. (Mallorquí-Ruscalleda y Roig-Vila, 2017, p. 1).

Solo que, con el advenimiento tecnológico y la globalización, se ha visualizado y resignificado su relevancia, se ha formalizado como proceso individual y colectivo, se ha normalizado mediante técnicas y modelos, es decir, después de tanto tiempo invisible como aspecto inherente a la especie humana, se le ha dado una ‘pomposa presentación en sociedad’, como nuevo factor estratégico de producción.

Tal presentación no satisface plenamente, al encontrar posturas como las de Mayos (2012), para quien el hecho de “convertir al saber en el sector productivo más poderoso y efectivo, no elimina sus efectos y usos perversos” (p. 147), como se manifiesta en las dificultades de las culturas por sobrevivir e interactuar positivamente ante la hegemonía del pensamiento de la sociedad postindustrial, que entroniza la máxima baconiana ‘saber es poder’. Pero, lo claro es que “las virtudes laborales como disciplina, puntualidad y obediencia dan paso a la demanda por competencias tales como: capacidad de análisis, trabajo en equipo, negociación, capacidad de aprendizaje permanente, solución de problemas, entre otras” (Vargas, 2006, p. 18).

La dinámica social y tecnológica ha favorecido el advenimiento de la ‘economía del conocimiento’, haciendo referencia al uso y aprovechamiento del conocimiento con la finalidad de incrementar la productividad y el ingreso. Por su parte, la “sociedad del conocimiento se define como una sociedad con capacidad de identificar, producir, tratar, transformar, difundir

y utilizar la información que permite crear y aplicar los conocimientos en las necesidades de desarrollo humano” (Alva y Guerrero, 2015, p. 317).

Para Vence y González (citados por Alva y Guerrero, 2015), la sociedad del conocimiento son expresiones de un avance tecnológico, pero “no es algo asociado exclusivamente a la aparición de las TIC, sino que es un proceso en el cual el papel del conocimiento está relacionado con la producción” (p. 318). En tal marco, Pinto (2012) afirma que “la universidad está experimentando un cambio de paradigma, transformando su tradicional papel de generación de conocimientos, en busca de responder a una nueva gama de requerimientos sociales” (p. 33) que, de acuerdo con Jácome, Albarrasín y Medina (2017), implica “la transición académica como una estrategia de desarrollo económico que refleja, asimismo, cambios en la relación entre los productores de conocimiento (las universidades) y los usuarios (la industria)” (p. 219).

Es así cómo, en la actual sociedad, y específicamente en el marco de la nueva economía, las Naciones Unidas (UN) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2010) sostienen que:

La demanda de profesionales calificados en ámbitos de ciencia y tecnología está creciendo y la existencia de una masa crítica de recursos humanos dedicados a este tipo de actividades es, cada vez con mayor fuerza, un factor clave para aumentar la productividad y mejorar la competitividad de los países. Por ello, incrementar el porcentaje de estudiantes matriculados en las universidades debería ser una acción prioritaria para el futuro desarrollo y fortalecimiento de las capacidades en ciencia y tecnología de la región, con el fin de sentar las bases para potenciar la participación de Iberoamérica en la generación del conocimiento científico-tecnológico y mejorar su posicionamiento, en términos de recursos humanos en este ámbito, en el contexto mundial. (p. 36).

Gestión del conocimiento: un acercamiento desde la literatura

Ante la importancia manifiesta de la información y el conocimiento como factor y recurso de producción de riqueza en el marco del mundo globalizado, se ha formalizado -mediante modelos, estrategias y técnicas- su rol en la toma de decisiones, originando el término de ‘gestión de conocimiento’ (*Knowledge management*). De acuerdo con Ponjuán (2015), desde los años 60-70 se menciona aspectos de transferencia, utilización y difusión del conocimiento, y aunque se atribuye “la denominación a varios autores, parece ser que la primera utilización del término ocurre en 1989, cuando la consultora holandesa CIBIT organiza el taller “Knowledge Management”” (p. 208).

El término ‘Gestión del conocimiento’ ha recibido diversas definiciones, como:

- “Estructuras, sistemas e interacciones integradas conscientemente y diseñadas para permitir la gestión del conjunto de conocimiento y habilidades de la empresa” (Tiemessen et al., citados por Cárcel y Rodríguez, 2014, p. 721).

- “Comprensión de los flujos de información de la organización y el implemento de prácticas de aprendizaje organizacional que explicita lo que yace en sus conocimientos de base” (Broadbent, citado por Ponjuan, 2015, p. 210).
- “Conjunto de procesos que hacen que el Capital Intelectual de la empresa crezca” (Steward, citado por Monagas-Docasal, 2012, p. 144). Bradley (citado por Monagas-Docasal, 2012), entiende el capital intelectual como “la habilidad para transformar el conocimiento y el resto de los activos intangibles en recursos generadores de riqueza, tanto para las empresas como para las naciones” (p. 144).
- “Conjunto de procesos que permiten utilizar el conocimiento como factor clave para añadir y generar valor” (Tejedor y Aguirre, 1998, citados por Salazar y Zarandona, 2007, p. 3).
- “Disciplina emergente que tiene como objetivo, generar, compartir y utilizar el conocimiento tácito (*know-how*) y explícito (formal) existente en un determinado espacio, para dar respuestas a las necesidades de los individuos y de las comunidades en su desarrollo” (Farfán y Garzón, citados por Quizhpe A, Quizhpe L. y Gómez, 2016, p. 17).
- “Habilidad de las personas para entender y manejar información utilizando la tecnología y la compartición del conocimiento” (Dutta y De Meyer, 1997, citados por Cordero, 2015, p. 3).
- “Acciones destinadas a organizar y estructurar procesos, mecanismos e infraestructuras de la empresa, con el fin de crear, almacenar y reutilizar los conocimientos organizativos” (Castro, 2011, p. 54).
- Proceso que permite la creación de conocimiento, para luego compartir ese conocimiento entre los miembros de una organización y aplicarlo para generar innovaciones o mejoras en los productos o servicios, pero también para la adopción de decisiones e ideas que buscan el mejoramiento de las instituciones. (Zhao y Lavin, 2012, citados por Rodríguez-Ponce, 2016, p. 230).
- “Producción, distribución, almacenamiento, evaluación, disponibilidad, transferencia y puesta en marcha del conocimiento de la organización. Conocimiento que viene tanto desde dentro de la organización como desde afuera de ella” (Suurla, Markkula y Mustajärvi, citados por Quizhpe et al., 2016, p. 17).
- “Tarea de reconocer un activo humano enterrado en las mentes de las personas y convertirlo en un activo empresarial al que puedan acceder y que pueda ser utilizado por un mayor número de personas” (Marshall, Prusak y Shpilberg, 1997, citados por Salazar y Zarandona, 2007, p. 3).

Las anteriores definiciones implican una interacción permanente entre individuo y organización, ya que, de acuerdo con Nonaka y Takeuchi (1999):

En sentido estricto, el conocimiento es creado por los individuos. Una compañía no puede crear conocimiento sin individuos. La empresa apoya a los individuos creativos o provee los contextos que necesitan para que creen conocimiento. Por lo tanto, la creación de conocimiento organizacional debe ser entendida como un proceso que amplifica organizacionalmente el conocimiento creado por los individuos y lo solidifica como parte de la red de conocimiento organizacional. Este proceso se lleva a cabo en el interior de una creciente comunidad de interacción, la cual atraviesa niveles y fronteras intra e interorganizacionales. (p. 65).

Tal proceso, denominado ‘Conversión de conocimiento’, es concebido por Nonaka y Takeuchi (1999) mediante un modelo dinámico fundamentado en que “el conocimiento humano se crea y expande a través de la interacción social del conocimiento tácito y conocimiento explícito” (p. 68) (Figura 1), donde los conocimientos tácito y explícito se comportan como entidades complementarias.

En esa orientación, Tarí y García (2009), identifican como dimensiones de la gestión del conocimiento, las siguientes:

- Creación (Aprendizaje organizativo).
- Almacenamiento y Transferencia (Conocimiento organizativo).
- Aplicación y uso (Organización del aprendizaje).

La creación del conocimiento está ligada a la adquisición interna de conocimientos y a la capacidad de aprendizaje, mediante las subdimensiones: -adquisición de información, diseminación de la información e interpretación compartida.

El Almacenamiento de conocimiento y la Transferencia están asociadas a flujos de aprendizaje, compartir conocimiento intra-organizativo, articulación del conocimiento y *stocks* de conocimiento. Esta dimensión está formada por las subdimensiones: -almacenar conocimiento y transferir conocimiento en la organización.

La Aplicación y uso del conocimiento está relacionada con prácticas de conocimiento, tales como: dominio personal, apertura y experimentación, visión compartida, cultura organizativa y orientación al aprendizaje y de sistemas. Tiene las subdimensiones: -trabajo en equipo, -empoderamiento, -promoción del diálogo, -establecimiento de sistemas para capturar y compartir el aprendizaje, -relación entre distintos departamentos o áreas funcionales y -compromiso con el aprendizaje. (p. 142).

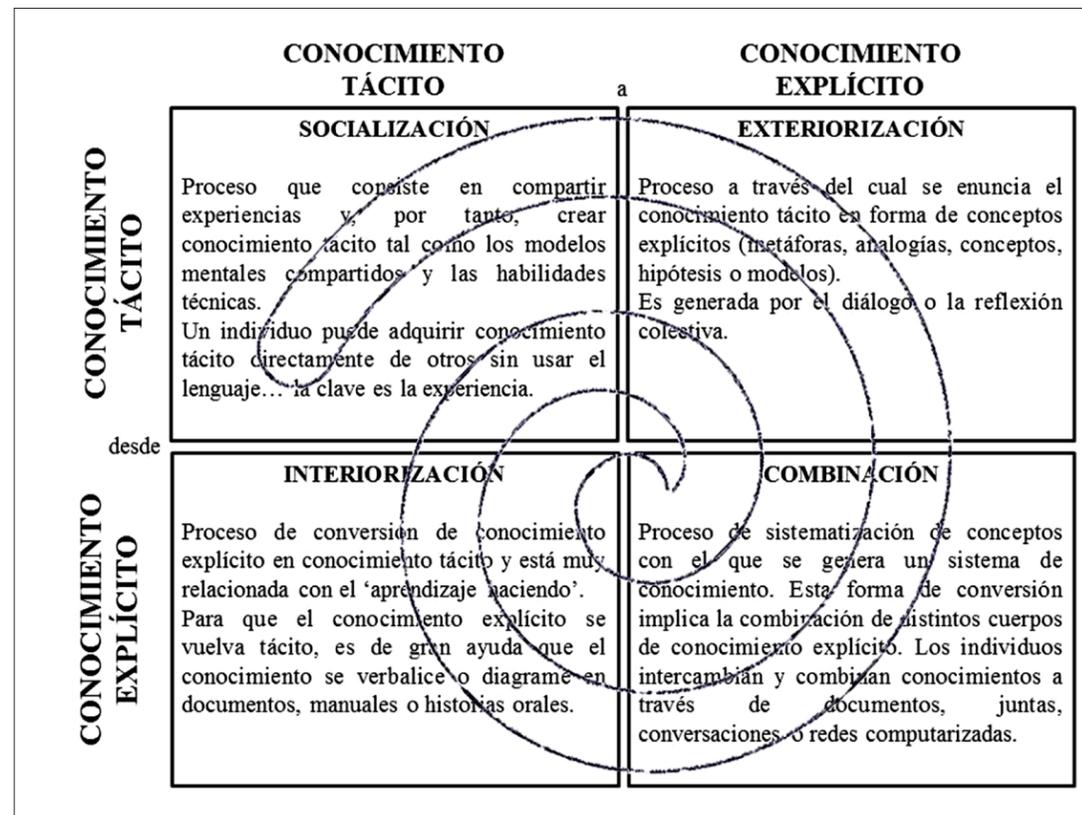


Figura 1. Conversión del conocimiento (Construida a partir de Nonaka y Takeuchi, 1999, pp. 69-81).

Gestión del conocimiento: una mirada hacia el entorno universitario

Considerando que:

La gestión del conocimiento tiene que ver con las personas y sus capacidades, por lo que debe contarse con la capacidad humana que ha sido, es y será siempre lo más valioso que tiene la humanidad y la única capaz de transformar y crear (Ponjuán, 2015, p. 214), y que "la sociedad del conocimiento y la nueva economía requieren que los sistemas universitarios respondan a desafíos que son centrales en procura de alcanzar niveles de progreso y desarrollo económico y social" (Rodríguez-Ponce, 2016, p. 228), unido a que las universidades en "sus objetivos buscan y promueven cultura, [además de] crear conocimientos significativos para la vida de los ciudadanos" (Masse, 2016, pp. 88-89), entonces, "el papel de la gestión del conocimiento al interior de los equipos directivos no solo puede ser un determinante estructural de las decisiones, sino que estas decisiones pueden incidir significativamente en el nivel de calidad que alcancen las universidades" (Rodríguez-Ponce, 2016, p. 228).

Creación de conocimiento

El proceso de creación del conocimiento, de acuerdo con Rodríguez-Ponce (2016) "consiste en la búsqueda y la combinación de sinergias, a partir de

la información y la capacidad de procesamiento, creatividad e innovación de quienes gestionan la información, la comparten y la aplican" (p. 230), lo que significa un proceso esencialmente de tipo cognitivo. En el caso universitario, la 'lectura del contexto' se constituye en fundamento para su creación y aplicación, ya que:

El nuevo modo de producir conocimiento resulta más evidente en las asociaciones universidad-industria, así como en el conocimiento producido directamente para el mercado, aunque no se agota en esta escala y alcanza una complementariedad que involucra a varios actores. El papel de la universidad se ha reconfigurado en el sentido de que sus conocimientos contribuyen más directamente a la competitividad económica. Las áreas de investigación se orientan por las perspectivas de ser absorbidas por las empresas y convertirse en nuevos productos y procesos. (Pinto, 2012, pp. 33-34).

Esto implica que la universidad debe constituir el contexto para que sus integrantes puedan desarrollar apropiadamente las actividades individuales y colectivas necesarias para la creación de conocimiento, de manera transdisciplinar, mediante estrategias claras de interacción con el entorno (convenios y alianzas), de investigación e innovación y de producción intelectual (especialmente registros y patentes).

En la sociedad del conocimiento, la calidad de la educación superior está íntimamente asociada con la práctica de la investigación, práctica que se manifiesta de dos maneras: enseñar a investigar y hacer investigación. La primera hace alusión al ejercicio de la docencia investigativa; esto es, a utilizar la investigación en la docencia, tanto para darle pertinencia científica a ésta, como para familiarizar a los estudiantes con la lógica de la investigación e iniciarlos en su práctica; es decir, para adelantar formación investigativa. La segunda hace alusión a la producción o generación sistemática de conocimiento y a su aplicación para resolver problemas del contexto. (Restrepo, 2003, p. 196).

Como ejemplo de la necesidad de explorar nuevos espacios para la generación de conocimiento, se tiene opciones como los sistemas adaptativos complejos (CAS, por su sigla en inglés: *Complexity Adaptive System*) donde, según Martínez (2016), el entendimiento de "las dinámicas y la complejidad de las interacciones entre múltiples agentes (organizaciones, procesos, metodologías, personas, herramientas) se vuelve fundamental a la hora de entregar resultados eficientes y eficaces a la gerencia en ambientes de sistemas complejos y no lineales" (p. 27), que "generalmente implica tres fases: un mecanismo de introducción de variación al conocimiento, un proceso de selección consistente y un mecanismo para preservar y reproducir las variaciones seleccionadas" (p. 37).

Desde la perspectiva de Tarí y García (2009) sobre la creación de conocimiento como aprendizaje organizativo, debe asumirse que además de la creación de nuevo conocimiento tecno-científico inherente a sus actividades investigativas y de docencia, se requiere la generación de espacios formales e informales para la consolidación de sus aspectos distintivos, compartir y discutir sobre experiencias como proceso de construcción colectiva; es decir, el proceso entre conocimiento tácito -

conocimiento explícito – conocimiento tácito debe darse de manera natural, dinámica e incluyente.

Transferencia y almacenamiento de conocimiento

El almacenamiento, de acuerdo con García y Gómez (2015), es una actividad que “se estudia a partir de herramientas de almacenamiento del conocimiento explícito (sistemas de información digital o archivos físicos) y estrategias para guardar el conocimiento tácito (procedimientos, entrenamiento, relevo generacional)” (p. 18), fundamental para responder adecuadamente a las condiciones dinámicas de la sociedad, pues:

Dentro de un ambiente de incertidumbre y cambios intermitentes, las organizaciones y los trabajadores tienden a reaccionar de manera previsiblemente derrotista: se sienten víctimas, se empeñan en continuar laborando como si nada hubiera cambiado o fingiendo que avanzan. La única manera efectiva de encarar el mundo actual es haciendo valer una disposición positiva para aprender y hacer frente al cambio. Aprender a aprender es lo ideal para superar la mentalidad de víctima que llega a apoderarse de las personas. (Bellón, Suástegui y Quiroz, 2015, p. 26).

Teniendo en cuenta que, hasta el momento, las publicaciones se convierten en la principal estrategia de comunicación científica, una manifestación del almacenamiento y la transferencia de conocimiento que ha tomado especial importancia en el ámbito universitario consiste en los repositorios digitales institucionales, facilitando la organización y difusión de la producción intelectual, priorizando el modelo abierto de comunicación científica:

Los repositorios se caracterizan, a diferencia de las hemerotecas virtuales o bibliotecas, en que no solo se trata de una sencilla colección de objetos digitales y documentos, porque obtienen términos más específicos para lograr las metas propuestas, como el acceso ilimitado y gratuito a los diferentes conocimientos realizados con fondos públicos. (Mariscal y Girarte, 2017, p. 10).

Aunque la transferencia de conocimiento universitario se ha abordado generalmente desde la orientación comercial, es innegable la existencia de otras modalidades originadas en la acción conjunta universidad-empresa:

Que no necesariamente han sido formalizadas mediante propiedad industrial protegida, pero que sí han cumplido el objetivo: crear, intercambiar y aplicar nuevo conocimiento, para solucionar un problema específico o mejorar un producto o proceso determinado, específicamente bajo la modalidad de investigación conjunta o proyectos colaborativos. Asimismo es necesario comprender “que la conexión entre desarrollo científico e innovación tecnológica no presenta necesariamente un camino lineal (primero la investigación básica en el contexto académico, luego el desarrollo aplicado y su comercialización en el sector productivo) sino que se origina también a partir de problemas tecnológicos a resolver y en un proceso interactivo entre la academia y el ámbito productivo. (García de Fanelli & Estébanez, 2008, pág. 158)” (Otálora, 2015, p. 17).

Un aspecto indispensable relacionado con el almacenamiento y la transferencia de información y conocimiento en la sociedad actual está relacionado con las

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), lo cual implica un dominio de ellas; es decir, desarrollar competencias digitales e informacionales, por parte de los integrantes de la comunidad académica.

“La competencia digital [también llamada informática] posee un carácter multidimensional, en la medida en que incorpora [...] distintas alfabetizaciones: la tecnológica, la comunicativa, la mediática y la informacional, lo que entraña una importante complejidad en su adquisición y desarrollo” (Hernández e Iglesias, 2017, p. 209), en tanto la competencia informacional trata de:

Detectar su necesidad específica de información, identificar las fuentes idóneas, crear estrategias de búsqueda que le permitan obtenerla, evaluar tanto las fuentes como la información recolectada, seleccionar la que es adecuada para la necesidad del momento y finalmente, incorporarla con la que ya posee y de esta manera generar nueva información. (Beltrán, Ramírez y García, 2017, p. 149).

Sin desconocer a los otros estamentos de la institución, el papel del profesor adquiere importancia especial, pues ha pasado de ser fuente única de conocimiento, a guía del proceso formativo de los estudiantes, lo cual exige su comprensión e interiorización de esa nueva realidad.

Así, el rol del profesor se ha transformado en el nuevo escenario (caracterizado por la incorporación de las TIC unida al proceso centrado en el aprendizaje y el tratamiento interdisciplinario de la información): llegando a constituirse básicamente en formar un alumno autónomo capaz de aprender a aprender (obtener y organizar información), distinguir hechos y ficciones (a partir de la valoración de fuentes, correlaciones, causalidades, afirmaciones y supuestos), identificar y desarrollar soluciones poco convencionales, formarse una opinión fundamentada y defenderla, resolver problemas de forma autónoma y tener un comportamiento responsable, o sea “más que enseñar, se trata de hacer aprender, de concentrarse en la creación, la gestión y la regulación de situaciones de aprendizaje. (Vargas y Vega, 2015, p. 45).

La formación permanente del profesorado tanto en el diseño instruccional como en las técnicas de creación de contenidos y uso de las TIC de manera accesible, con el fin de promover mayores niveles de inclusión y de cohesión social, garantiza que se sigan unas buenas prácticas internacionalmente reconocidas, que se incrementen las competencias necesarias y que se evite el uso de estas tecnologías de modo excluyente, que puede llegar a darse por puro desconocimiento. (Lázaro, Estebanell y Tedesco, 2015, p. 50).

Si se aborda la transferencia y almacenamiento de conocimiento, como conocimiento organizativo desde la perspectiva de Tarí y García (2009), exige que la universidad constituya estrategias claras para formalizar los flujos y procesos para sus diversas funciones, considerando sus acciones de difusión, acceso y socialización -fluida, transparente y oportuna- en los estamentos constitutivos de la institución.

Aplicación y uso del conocimiento

La aplicación del conocimiento marca el proceso final en la gestión del conocimiento, que según Rodríguez y Pedraja (2016, p.44), consiste en

convertirlo en productos valiosos para la organización, tanto bienes reales como también activos intangibles, haciendo que se constituya en una fase determinante del éxito en la gestión del conocimiento, que se visualiza, según Abello y Pardo (2014), “en la utilidad y la aplicación del conocimiento científico y tecnológico reconocido en la transferencia y comercialización” (p. 208) alineados con las actividades de investigación y desarrollo de la universidad, lo cual implica que la esencia de la educación superior es la investigación y la formación de individuos capacitados para generar nuevos conocimientos de manera independiente, a sabiendas que los conocimientos actuales no serán suficientes o pertinentes en el futuro, por lo que la capacidad de crear, re-crear y utilizar nuevos, se convierte en *conditio sine qua non*.

Es claro que la universidad, además de las tradicionales funciones de docencia e investigación, tiene una tercera: la extensión, que se relaciona con otros ámbitos de la sociedad, donde caben las actividades de transferencia de conocimiento y tecnología mediante “el uso, la aplicación y la comercialización (en el mercado y hacia otros actores, en particular empresas) de los resultados generados en los centros de investigación académica y, en suma, la creación de beneficios económicos derivados de ellos” (UN y CEPAL, 2010, p. 34); “sin embargo, las políticas de crecimiento basadas en la innovación se encuentran con el dilema de que el alcance de este proceso de transferencia suele depender en gran medida de la diversidad de entornos institucionales” (Pinto, 2012, p. 32).

La extensión, entonces, tiene como fundamento natural los atributos que Tichá y Havlíček (citados por Otálora, 2015), le confieren al conocimiento:

- a) El conocimiento no puede ser fácilmente almacenado,
- b) La información tiene poco valor y no se convertirá en conocimiento, a menos que sea procesada por la mente humana,
- c) El conocimiento debe ser estudiado en su contexto,
- d) El conocimiento se deprecia en valor si no se utiliza. (p. 19).

Esta función misional, en el marco de la economía y la sociedad del conocimiento, se ha convertido en un reto para la universidad, pues el objetivo no se limita a “publicar artículos de investigación, sino también en aumentar la comprensión y en convertirse en fuente de innovaciones para la economía y la sociedad, siendo el punto de partida para el desarrollo de ideas empresariales o nuevas compañías” (Jácome et al., 2017, p. 220), e inclusive “en las cuestiones de la concesión de licencias, [que] han alentado el aumento en el número de patentes” (Pinto, 2012, p. 36).

La decisión más compleja que debe tomar un centro tecnológico, en lo que concierne a la gestión de los conocimientos que ha generado mediante su actividad de investigación, es el grado de difusión que tiene que dar a los mismos o, para ser más precisos, el punto de equilibrio entre difusión y garantía de apropiación de los beneficios de la investigación, de parte de las personas y/o entidades que la han generado. Por una parte, su interés para el desarrollo del

sistema productivo en el cual opera induce al centro a maximizar la difusión de estos nuevos conocimientos. Por otra parte, en cambio, como entidad que promueve la investigación, tiene que generar incentivos que estimulen la contribución profesional de personas o entidades especializadas en los distintos ámbitos cognitivos en los cuales se orienta su acción. (Dini y Tassinari, 2017, p. 38).

La evolución de la universidad hacia una relación estrecha con la empresa, o a constituirse en institución emprendedora, de acuerdo con la UN y CEPAL (2010), implica cambios en la cultura universitaria e inclusive enfrentar resistencias de segmentos de la comunidad científica. Así, en un contexto globalizado, exigente en innovación y altamente competitivo es entendible que “el éxito de la comercialización de la investigación académica se deriva de los incentivos individuales, la propensión al riesgo y las habilidades de los académicos y empresarios, que dependen en gran medida de la actual arquitectura institucional” (Pinto, 2012, p. 36).

Para finalizar, en este ejercicio se realizó una encuesta en línea que recoge las dimensiones planteadas por Tarí y García (2009), desde las funciones misionales de Docencia, Investigación y Extensión. Se solicitó su diligenciamiento a docentes de diversas universidades colombianas, y luego de prudencial tiempo, se obtuvo respuestas de 5, que son presentadas en la Tabla 1, donde puede vislumbrarse un énfasis en acciones académicas tradicionalmente aceptadas y poca actitud explícita hacia las exigencias de la interacción universidad - sector empresarial y la economía del conocimiento.

2. Conclusiones

Es innegable la responsabilidad que tiene la universidad para mantenerse viva y competitiva, trascender y orientar a la sociedad en su proceso de desarrollo, generando una capacidad propia de producción tecno-científica:

Esto implica mejorar la productividad científica básica, promover la investigación aplicada, aumentar la inscripción de patentes. Nada de esto se logrará sin mejorar y expandir la formación en ciencias básicas, promover el desarrollo sólido de instituciones de investigación, contar con una masa crítica de científicos, y de jóvenes formados a nivel de doctorado en programas de nivel internacional. (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, 2013, p. 141).

Aunque la gestión del conocimiento se ha enfatizado en la organización empresarial, es claro que la universidad, para ser coherente con el entorno actual, requiere adquirir estrategias empresariales y fortalecer la formalización de sus procesos y actividades, no solo en busca de su competitividad, sino para potenciar sus aportes al desarrollo social, productivo y tecno-científico de la región y el país. Al ser el conocimiento el principal factor de producción, la universidad se constituye en eje de la sociedad, pues la información y el conocimiento son su razón, en cuanto a su creación, difusión, aplicación y uso.

Tabla 1. Actividades relacionadas con las dimensiones de la gestión del conocimiento desde las funciones misionales universitarias, según algunos docentes universitarios

	¿Qué actividades realiza para crear conocimiento?	¿Cómo materializa la creación de conocimiento?	¿Qué actividades realiza para transferir conocimiento?	¿Cómo materializa la transferencia de conocimiento?	¿Qué actividades realiza para almacenar conocimiento?	¿Cómo materializa el almacenamiento de conocimiento?	¿Qué actividades realiza para aplicar y usar conocimiento?	¿Cómo materializa el uso y aplicación del conocimiento?
Docencia	1 Colocar en contexto la teoría para su aplicación en la práctica y generar un proceso de realimentación	A través de la construcción de proyectos donde se aplique el nuevo conocimiento	Actividades de socialización de los resultados de los proyectos	Exposiciones de los resultados de los proyectos	Construcción de informes	A través de la colocación de informes en repositorios accesibles por la comunidad	Compromiso con las comunidades para la implementación de los proyectos	Implantación del resultado del proyecto en las comunidades a las que va dirigido
	2 Alistamiento de estrategias pedagógicas y didácticas para cursos asignados en plan de trabajo	Implementación de las estrategias en el microcurrículo	Proyectos de investigación en el aula con los estudiantes	Feria de investigación en el aula al finalizar el semestre, con toda la comunidad académica	Alistamiento de metodología, pedagogía y didáctica de cursos para montaje en ambiente virtual	Creación de curso virtual	Alistamiento de material previo a los espacios académicos	Uso de material desde el microcurrículo
	3							
	4 Investigación Pedagógica	Artículos Científicos	Clases y Laboratorios		Elaboración de Guías de Laboratorio y Talleres de Ejercicios	Guías en repositorios institucionales	Laboratorios	
	5 Trabajo colaborativo	Materiales y procesos de salida	Encuentros periódicos	Talleres de refuerzo	Repositorios compartidos de información	Gestión de acceso	Metáforas representadas o dramatizadas	Talleres de refuerzo
Investigación	1 Proponer proyectos de investigación sobre necesidades u oportunidades que se detecte	Desarrollando los proyectos de investigación propuestos	Escribiendo estados del arte y los resultados de investigación	Publicación de material científico; ej.: artículos, libros, otros, participación como ponente o conferencista en eventos científicos	Utilización de herramientas informáticas para el manejo de repositorios y versiones	A través de repositorios digitales, donde se coloca copia de seguridad de todo el proyecto de investigación.	Realización de Pruebas piloto, estudios de caso	Implantación de los resultados de investigación en productos para la comunidad
	2 Proyecto de investigación	Realización de investigación asociada a la línea de investigación	Alistamiento de estrategias pedagógicas y/o didácticas resultado de la investigación	Capacitaciones	Alistamiento de documento de apoyo como resultado de la investigación	Documentos, cartillas, manuales	Alistamiento de <i>working paper</i> como producto de investigación y artículos de divulgación o científicos	Ponencia
	3 Identificar problemas e investigar al respecto	Mediante productos tales como artículos, ponencias, capítulos de libros	Formación, divulgación en revistas y eventos relacionados	Tesis de pregrado, postgrado, generación de productos a partir de la investigación realizada	Organizar, categorizar y mantener	Mediante el uso de herramientas de almacenamiento y trabajo colaborativo	Generación de ideas de negocios y/o productos, formulación de proyectos de apropiación y/o desarrollo	Mediante la incorporación de nuevas prácticas, técnicas, métodos, productos resultados de procesos de investigación
	4 Investigación científica	Artículos científicos	Clases de posgrado y ponencias en eventos	Mediante desarrollo de software	Ninguna		Desarrollo de software	
	5 Manejo de herramientas	Estados de la técnica	Encuentros colaborativos de discusión	Talleres de refuerzo	Repositorios compartidos	Gestión de acceso	Encuentros periódicos	Evangelización
Extensión	1 Revisión de mejores prácticas para la realización de las actividades	Adoptar, adaptar y proyectar prácticas para la implementación dentro del proyecto de extensión	Programando capacitaciones, entrenamientos, autoaprendizaje por parte del equipo del proyecto	Realizando capacitaciones, entrenamientos, autoaprendizaje por parte del equipo del proyecto	Generación de informes, actas, reportes según cronograma del proyecto de extensión	Guardando los informes y resultados en el archivo en las instituciones involucradas en el proyecto de extensión	Generación de instructivos, diseños que debe seguirse durante la realización del proyecto de extensión	Asegurando mediante controles, la aplicación de los instructivos y siguiendo los diseños propuestos en el proyecto de extensión
	2 Proyecto de proyección social	En productos que generen impacto a la sociedad, asociado a las formas de proyección social institucionales	Trabajos con los estudiantes desde el aula de clase, pero que sea aplicable en el entorno social	Trabajos de campo en empresas de la ciudad, con entregables que ayuden a las empresas a mejorar	Alistamiento de documentos resultado de proyectos de impacto social tanto de estudiantes como de docentes	Repositorio de documentos <i>working paper</i> institucional	Ubicando productos, vivencias, resultados de los proyectos dentro de los espacios académicos en el aula de clase	Desde el currículo, cuando se usa los productos como resultado de proyectos que impactaron socialmente.

A pesar de que la información y el conocimiento son inherentes a la especie humana y a su evolución, en la actual sociedad, con sus características cambiantes y globalizadoras, el conocimiento se ha convertido en factor fundamental de producción económica, lo que ha convertido su gestión en estrategia organizacional competitiva. Ante tal situación, la universidad -como principal institución socialmente responsable de la creación, difusión, transferencia y aplicación del conocimiento- tiene como reto vital, el ajuste de sus funciones misionales, con el propósito de mantener su liderazgo y aporte al desarrollo socioeconómico de la población, en un proceso que implica la participación activa y comprometida de toda su comunidad académica, mediada por políticas y estrategias claras, coherentes y pertinentes.

Conflicto de intereses

El autor de este artículo declara no tener ningún tipo de conflicto de intereses sobre el trabajo presentado.

Referencias

- Abello, R. y Pardo, K. (2014). Modelos de investigación y desarrollo en instituciones de educación superior en Colombia: el caso de la Universidad del Norte en la región Caribe de Colombia. *Investigación & Desarrollo*, 22(2), 187-211.
- Alva, B. y Guerrero, R. (2015). Gestión espacial del conocimiento. Las vocaciones científico tecnológicas en Guanajuato y San Luis Potosí. *Entreciencias*, 3(8), 315-328.
- Bellón, L., Suástegui, A. y Quiroz, J. (2015). Efecto de la incertidumbre en un proceso de cambio organizacional en empresas comerciales de la ZMG. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad, RIICO*, 9(1), 20-39.
- Beltrán, J., Ramírez, M. y García, I. (2017). Propiedades métricas de un instrumento de autorreporte para medir la competencia informacional de maestros de primaria. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 50, 147-158.
- Cárcel, F. y Rodríguez, M. (2014). Procesos, dimensiones y herramientas para la gestión del conocimiento en el mantenimiento industrial. *Revista Produção Online*, 14(2), 720-743.
- Castro, C. (2011). Gestión del conocimiento en una organización intensiva en conocimiento: el caso de un Centro de Investigación de Excelencia en Colombia. Recuperado de revistas.usergioarboleda.edu.co/index.php/ceye/article/download/238/20
- Cordero, E. (2015). *Gestión del conocimiento aplicado a proyectos informáticos* (Trabajo de Grado). Universitat Oberta de Catalunya. Recuperado de

<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/40382/7/educorderoTFC0115Memoria.pdf>

- Dini, M. y Tassinari, M. (2017). Modelos de gestión de centros tecnológicos sectoriales: elementos de un análisis comparado. *CEPAL, Serie Desarrollo Productivo*, (210), 1-55.
- García, M. y Gómez, M. (2015). Prácticas de gestión del conocimiento en los grupos de investigación: estudio de un caso. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 38(1), 13-25.
- Hernández, A. e Iglesias, A. (2017). La importancia de las competencias digitales e informacionales para el desarrollo de una escuela intercultural. *Interacções*, 13(43), 205-232.
- Jácome, L., Albarrasin, M. y Medina, E. (2017). Transferencia de conocimiento e innovación tecnológica: una mirada desde las carreras técnicas en la universidad emprendedora. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(1), 217-228.
- Lázaro, J., Estebanell, M. y Tedesco, J. (2015). Inclusión y cohesión social en una sociedad digital. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(2), 44-59.
- Mallorquí-Ruscalleda, E. y Roig-Vila, R. (2017). Rerum novarum cupidus: Claves para la creación de nuevos entornos para la Educación. Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/58971>
- Mariscal, J. y Girarte, J. (2017). Repositorios digitales para los procesos de formación e investigación en gestión cultural. *Córima: Revista de Investigación en Gestión Cultural*, 2(3).
- Martínez, J. (2016). El conocimiento como sistema adaptativo complejo en las organizaciones de gestión de proyectos (PMO). *Revista Ontare*, 4(2), 27-54.
- Masse, V. (2016). Dimensión grupal, hipermodernidad y academia. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 6(2), 84-108.
- Mayos, G. (2012). Conocimiento y cultura, ¿Agentes de barbarie? Recuperado de https://www.cidob.org/es/articulos/monografias/politicas_de_conocimiento_y_dinamicas_interculturales_acciones_innovaciones_transformaciones/conocimiento_y_cultura_agentes_de_barbarie
- Monagas-Docasal, M. (2012). El capital intelectual y la gestión del conocimiento. *Ingeniería Industrial*, 33(2), 142-150.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación* (Trad. M. Hernández) México: Oxford University Press.

Naciones Unidas (UN) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2010). *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico*. Santiago de Chile: CEPAL, SEGIB.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2013). *Situación Educativa de América Latina y el Caribe: Hacia la educación para todos al 2015*. Santiago de Chile: OREAL/UNESCO.

Ortega-Carbajal, M., Hernández-Mosqueda, J. y Tobón-Tobón, S. (2015). Análisis documental de la gestión del conocimiento mediante la cartografía conceptual. *Ra Ximhai*, 11(4), 141-160.

Otálora, M. (2015). *Caracterización de la transferencia de conocimiento e innovación hacia el sector productivo en convocatorias de investigación 2010-2012: caso Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá* (Tesis de Maestría). Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15040/OTALORAPATI%D1OMARTHA%20ISABEL.2015.pdf;jsessionid=8D7E0B33DD42FF490F4693449C4B5BFB?sequence=1>

Pinto, H. (2012). Instituciones, innovación y transferencia de conocimiento: contribuciones de los estudios sobre las variedades del capitalismo. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 188(753), 31-47.

Ponjuán, G. (2015). La gestión del conocimiento desde las ciencias de la información: responsabilidades y oportunidades. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 26(3), 206-216.

Quizhpe, Á., Quizhpe, L. y Gómez, Ó. (2016). *Gestión del conocimiento: Investigación y Docencia en la Universidad*. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Restrepo, B. (2003). Investigación formativa e investigación productiva de conocimiento en la universidad. Recuperado de http://tesis.udea.edu.co/bitstream/10495/4863/1/RestrepoBernardo_2003_investigacionformativaproductiva.pdf

Rodríguez-Ponce, E. (2016). Estudio exploratorio del impacto de la gestión del conocimiento en la calidad de las universidades. *Interciencia*, 41(4), 228-234.

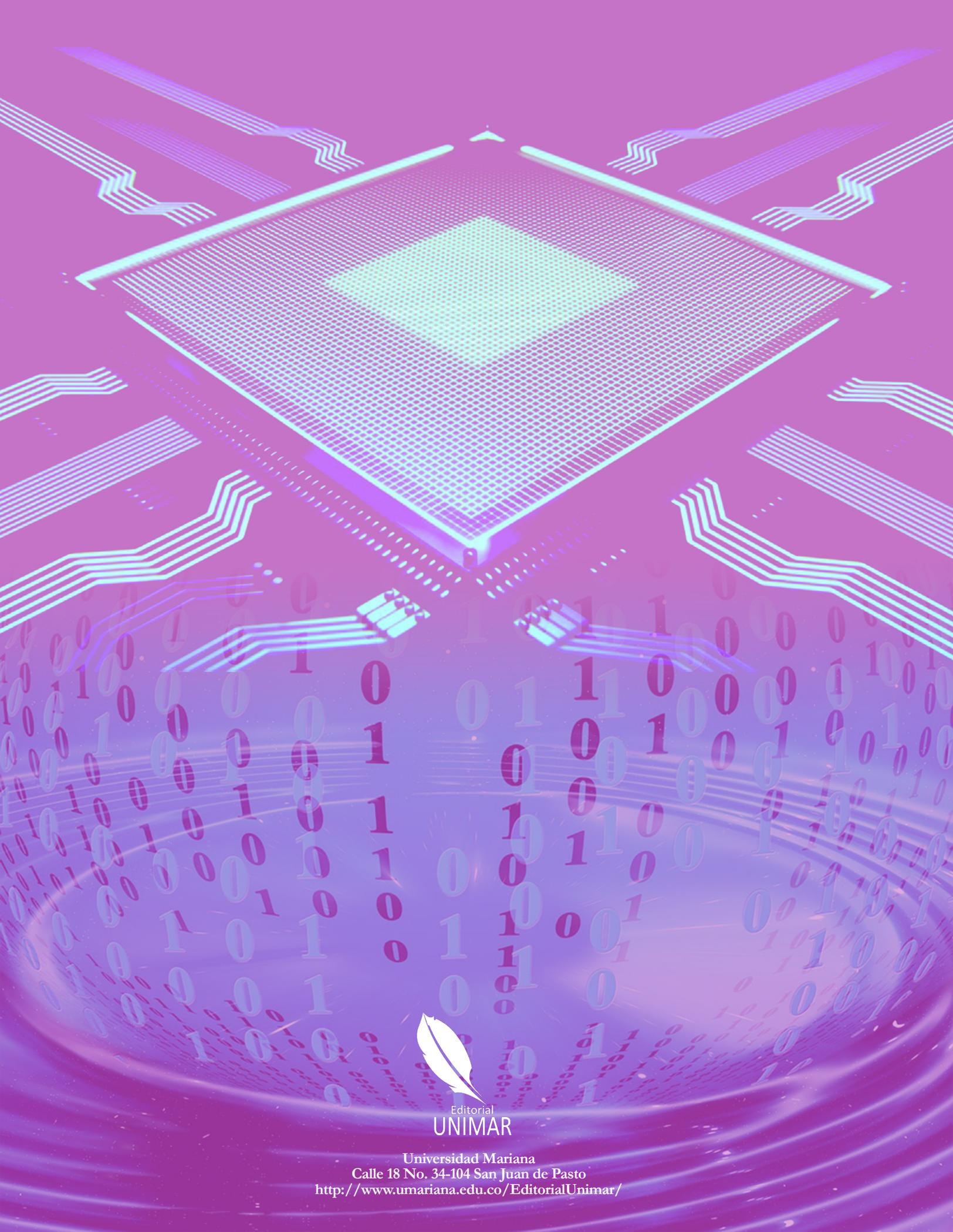
Rodríguez-Ponce, E. y Pedraja-Rejas, L. (2016). Percepciones sobre la Gestión del Conocimiento de Directivos Universitarios de Cuatro Universidades Chilenas. *Formación Universitaria*, 9(4), 41-52.

Salazar, J. y Zarandona, X. (2007). Valoración crítica de los modelos del conocimiento. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2527673.pdf>

Tarí, J. y García, M. (2009). Dimensiones de la gestión del conocimiento y la gestión de la calidad: una revisión de la literatura. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 15(3), 135-148.

Vargas, D. y Vega, O. (2015). Acercamiento al perfil de uso de TIC por docentes en el sector rural colombiano. *Redes de Ingeniería*, 6(2), 44-53.

Vargas, F. (2006). De las virtudes laborales a las competencias clave: un nuevo concepto para antiguas demandas. *Politécnica*, 3, 13-26.



Editorial
UNIMAR

Universidad Mariana
Calle 18 No. 34-104 San Juan de Pasto
<http://www.umariana.edu.co/EditorialUnimar/>