

### B. Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

Las TIC “son el conjunto de tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada en diferentes códigos (texto, imagen, sonido, etc.)” [4]. La Unesco [5] afirma que las TIC tienen un “rol fundamental en el acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, la enseñanza y el aprendizaje de calidad”. Las TIC han intervenido de manera significativa el sistema educativo creando nuevas tendencias pedagógicas, una de ellas es el aprendizaje híbrido (mixto, combinado o *blended learning*) que combina diferentes formatos de tecnologías web con diferentes enfoques pedagógicos y facilita promover en el estudiante o empleado la cultura de aprendizaje autónomo (aprender a aprender solo, en equipo o combinado), que se traduce en trabajo independiente por fuera del aula, el espacio de trabajo o la organización [6]. Por otra parte, en [7] se plantea que las TIC contribuyen a la construcción de conocimiento en el sentido que existe una gran facilidad para acceder a más información, porque se incrementan las posibilidades de interactividad y conectividad, se utilizan formatos multimedia, lo que redundará en la generación de contenidos.

### C. Tecnologías Informáticas

Por tanto, la tecnología es un conjunto de técnicas y procedimientos que se diseñan para solucionar un determinado problema [8]. La informática, por su parte, es conocida como una ciencia y está ligada íntimamente con las computadoras. En relación con lo anterior, las tecnologías informáticas (TI) son el estudio, diseño, desarrollo, innovación puesta en práctica, ayuda o gerencia de los sistemas informáticos computarizados, particularmente usos del software, en general, del uso de computadoras y del software electrónico. Asimismo, son la posibilidad de convertir, almacenar, proteger, procesar, transmitir y recuperar la información [9]. La tecnología cumple, entonces, un papel

importante en todas las áreas del quehacer humano, por lo que se ha visto la necesidad de introducirla en el área de la educación, para poder mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje [10].

### D. Gestión del Conocimiento

En algunas investigaciones se [11] expresa la importancia que ha alcanzado el análisis de la gestión del conocimiento (GC) en las organizaciones de todo tipo. La GC se fundamenta en la posibilidad de generar modelos que permitan la implementación de tecnologías que facilitan la gestión exitosa de los planes, tanto estratégicos como operativos, mediante transacciones de información y conocimiento.

De acuerdo con el acercamiento a los conceptos, se puede decir que existe una estrecha relación entre ellos, lo cual permite crear metodologías, agregar valor, generar ideas, solucionar problemas, innovar en la organización, etc. La importancia de la herramienta creativa mediada por las TIC en la GC, radica en que existen en el mundo web cantidades de herramientas y estrategias que facilitan la GC en cualquier organización, sin embargo, algunas organizaciones no hacen uso de ellas porque cuando se esbozan no se evidencia un paso a paso de su metodología o uso. En este capítulo se pretende plantear herramientas creativas para la GC.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de proponer un paso a paso para la aplicación de herramientas para gestionar el conocimiento en productos empresariales de software, se planteó una metodología de tipo descriptivo mediante una recolección de información sobre conceptos y variables sin pretender hallar una correlación entre ellos [12]. La investigación también es de carácter exploratorio, porque se recolectan datos en fuentes secundarias. Otro aspecto importante que se debe resaltar es el enfoque, que se inscribe más en un método cualitativo porque sólo se trataron datos no numéricos.

Con referencia a lo mencionado, se tuvieron en cuenta fuentes secundarias tales como bases de datos científicas y especializadas, libros, artículos científicos e informes técnicos, además de páginas web. Con una detallada revisión de la información obtenida de la literatura, se analizaron casos similares, antecedentes y perspectivas acerca del tema, y de acuerdo con lo recolectado se delimitó el tema de estudio y se le dio forma a la investigación.

A este efecto, la investigación se desarrolló en dos fases: En la fase 1 constituye un componente metodológico, el paso a paso de implementación, y en la fase 2 se exponen las herramientas, materiales y diseño.

### III. RESULTADOS

#### A. Fase 1: Metodología de implementación de herramientas

Cada que se lleva a cabo un proceso de implementación de herramientas mediadas con TIC, se requiere una fase pedagógica de socialización en el área que va a ser impactada por aquellas que la organización decida elegir para gestionar su conocimiento. Es importante concertar discursos que hagan parte de este ejercicio de comunicación desde diversos ámbitos de la organización: administrativos, económicos, ambientales, técnicos, etc.; esta es la razón de ser de esta metodología, pues es preciso dar a conocer un mensaje claro y concreto de lo que comprende y representa una herramienta mediada con TIC. Los cinco pasos de la metodología se observan en la Figura 1.

*Valoración:* Es fundamental identificar la necesidad, el conflicto o el problema que experimentan los productos empresariales de software, si este reconocimiento lo hace la organización, debe existir una solicitud por parte del área o proceso encargados, porque son ellos quienes conocen el vacío en el puesto de trabajo o estudio.



**Fig. 1.** Pasos de la metodología

*La retroalimentación de trabajo del equipo encargado del área o proceso que se van a intervenir, debe consolidar la información de diagnóstico la cual permite iniciar el proceso de formulación.*

La valoración se realiza conjuntamente entre el personal administrativo y los encargados, por tanto se busca establecer problemáticas y esbozar posibles soluciones por medio de un mapeo de las necesidades. Este mapeo permite identificar y reconocer las particularidades de las organizaciones, y consiste en recorrer la organización para registrar las diferentes lecturas del contexto, donde se hace una caracterización de quiénes conforman la organización, se analizan sus espacios de recreación y equipamientos, los usos, su infraestructura, sus relaciones sociales y laborales, etc.

*Formulación:* Se realiza un análisis profundo de las necesidades, problemas y/o falta de recursos que manifiestan las personas de la organización y las que integran el área o proceso que se va a intervenir, en los espacios de participación que se disponen como: reuniones, recorridos en la organización, entrevistas, etc. En este punto, los aportes, el conocimiento y

la experiencia compartida sirven como insumo fundamental para definir y precisar la propuesta de selección de herramientas creativas que se han de usar para gestionar su conocimiento, priorizando los problemas y necesidades identificadas bien sea de manera individual o combinadas. En este paso, dentro del marco de selección de herramientas y los esquemas de actuación que buscan resolver las necesidades del área de la organización identificada en el paso previo por los empleados y/o estudiantes y el equipo interdisciplinar, todo está sujeto a la validación, teniendo en cuenta las diferentes recomendaciones, observaciones y demás información recopilada, lo cual consiste en verificar una serie de premisas que permitan legitimar las acciones que se van a realizar y que sean fáciles de comprender.

*Implementación:* Es el paso operativo del proyecto que busca dar inicio a la propuesta que se concretó desde los distintos actores. Además de verificar la eficiencia y efectividad de la implementación de la herramienta que la organización decida seleccionar, se hace un registro de las limitaciones y beneficios de la herramienta creativa, con el fin de identificar oportunamente las fortalezas y debilidades de los procesos de ejecución e interactividad, con el objetivo de realizar modificaciones para lograr una adecuada gestión.

*Seguimiento:* Se presenta a la organización los resultados logrados, en este paso se generan y analizan opiniones o sugerencias acerca de la herramienta que se puso en práctica como estrategia para conservar y crear conocimiento; asimismo, el seguimiento permite retroalimentar lo propuesto para mejorarlo o replicarlo en otras áreas de la organización. En el proceso de evaluación, posibilita establecer, a la luz de los objetivos, la relevancia, eficiencia, eficacia e impacto de la herramienta. De esta manera, la evaluación va más allá del simple monitoreo, ya que asume que el plan de acción hace parte de una hipótesis con respecto a la ruta que se debe seguir para lograr los objetivos. La socialización y presentación de los resultados a la organización incluye un análisis conjunto, y en

este espacio se reconocen las diferentes sugerencias sobre las estrategias y/o herramientas que se aplicaron. Es importante realizar esta socialización para evidenciar ante la organización los aspectos que se fortalecieron y permitir una retroalimentación que redunde en el éxito de la propuesta.

*Componente comunicacional:* En este paso es muy importante crear un plan de comunicaciones que difunda oficialmente la información de los resultados de la estrategia implementada a toda la organización. Es el soporte para que se tengan las herramientas conceptuales a fin de poder socializar las experiencias y para dar respuesta a las demás áreas o procesos, medios, empleados o estudiantes que busquen información sobre el tema (ver Figura 2).



Fig. 2. Acciones de comunicación

Dentro del plan de comunicación se deben prever las inquietudes que seguramente consultará la organización a los encargados, y parte de este plan consiste en tener material informativo que les dé respuesta.

### B. Fase 2: Herramientas, materiales y diseño

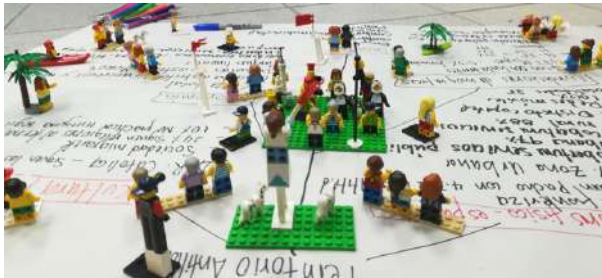
En la segunda fase, las herramientas que se describen a continuación forman parte de lúdicas y experiencias establecidas o diseñadas para crear y conservar el conocimiento.

#### Metodología LSP:

*Es en el juego y solo en el juego que el niño y el adulto como individuos son capaces de ser creativos y usar el total de su personalidad, y solo al ser creativo, el individuo se descubre a sí mismo.*

Donald Woods [13].

Lego Serious Play (LSP) es una metodología de comunicación, trabajo en equipo y resolución de problemas utilizada en más de 29 países para el desarrollo de las organizaciones. A través de las preguntas de un facilitador, cada participante construye su propio modelo tridimensional utilizando piezas especializadas de Lego, y además construye estrategias para la organización como se observa en la Foto 1.



**Foto 1.** Estrategia

Fuente: tomada por los autores en una experiencia de aula

Todos construyen, todos comparten, todos reflexionan, todos hablan desde el modelo.

Pasos:

- Pregunta o reto
- Construcción
- Metáfora
- Reflexión

Habilidad para construir, ejemplo:

- 20 bloques
- 2 minutos
- Construir el auto del futuro
- ¿Qué necesita una persona para ser creativa e innovadora?
- ¿Y cómo será nuestro modelo compartido?
- ¿Cuáles son los agentes que pueden favorecer nuestro modelo?
- ¿Cómo se conectan?
- ¿Qué aprendimos? [14]

En la Foto 2 se observa una experiencia en aula. Las fotografías 1 y 2 fueron tomadas en una experiencia de aula donde se logró una capacitación a estudiantes de maestría, empresas y docentes.



**Foto 2.** Trabajo colaborativo a partir de un reto

Fuente: tomada por los autores en una experiencia de aula

*Los seis sombreros para pensar:* La técnica de los seis sombreros para pensar (Foto 3), desarrollada por Edward de Bono, es una herramienta de comunicación y razonamiento muy efectiva [15]. Cuando una persona se enfrenta a un proceso de toma de decisiones, su mente comienza a contemplar una serie de razones y emociones que la llevan a optar por una alternativa. Ese extraño proceso mental en que el individuo coteja las ventajas, los inconvenientes, los hechos, los sentimientos y otra serie de informaciones relevantes, resulta muy difícil de explicar o de simular. En consecuencia, lo que se da de forma natural en el cerebro humano suele resultar extremadamente complejo cuando, por ejemplo, tratamos de aplicarlo a una decisión colectiva.



**Foto 3.** Seis sombreros para pensar [16]



Pasos:

- Inicia con el sombrero blanco, el color de la neutralidad, con el cual entran en juego solo los datos, hechos y cifras comprobables.
- Luego viene el sombrero de color verde, en el que se define la lista de hechos que se están presentando en el proceso, qué información se está omitiendo y cómo se puede acceder a ella.
- Posteriormente, sigue con el sombrero rojo, la idea es que todos expresen sus sentimientos hacia los hechos que se identificaron en la primera etapa, cuál es su sentir, qué le gusta, qué le disgusta, etc.
- El siguiente es el sombrero de color negro, con él hay que ser pesimista, cuáles son las desventajas y los riesgos que traen los hechos identificados con el sombrero blanco.
- Luego utilice el sombrero amarillo, este actúa de manera contraria al sombrero negro; sea optimista con la situación, cuáles son las ventajas y los beneficios que se obtendrán si se mejoran los hechos que no permiten que las cosas funcionen.
- Siga con el sombrero verde, que implica focalizarse en las alternativas; existen nuevas opciones para mejorar la situación que se presenta, generar nuevas ideas para solucionar los problemas.
- Por último, utilice el sombrero azul, este nos lleva a focalizarnos en el control y el proceso, se usa para pensar en pensar, acá se hace un resumen de lo sucedido, se sacan conclusiones y se toman decisiones

La técnica propuesta ha sido replicada por muchas organizaciones, lo más importante es que los participantes logren apropiarse del papel que concierne, así no solo se dará cuenta de todo el conocimiento que posee, sino también de todas las ideas que pueden resultar del ejercicio, además, ayudar a fortalecer los procesos de la organización. En [17] se puede ver claramente cuáles son las estrategias de cada sombrero con ejemplos.

*Objetos Virtuales de Aprendizaje:* La herramienta Exelearning es una de las herramientas para la construcción de Objetos Virtuales de Aprendizaje OVA. Un OVA es un recurso digital que puede ser reutilizado en diferentes contextos. Pueden ser cursos, cuadros, fotografías, películas, vídeos y documentos que posean claros objetivos educativos [18]. En la Figura 4 se observan las características de la interfaz de un OVA (adaptado con Exelearning), al lado izquierdo se encuentra el menú de un OVA de matemáticas básicas, por ello se observan los temas correspondientes, cada uno de los títulos se despliega con su respectiva definición y actividades propuestas, tales como talleres, videos, autoevaluaciones, PDF y diapositivas.



**Fig. 3.** El ejemplo de la interfaz de un OVA

Pasos del diseño:

- Selección de la información (conocimientos previos), definición del tema, experiencia, capacitación o aprendizaje que la organización desea preservar en el tiempo.
- Selección o construcción de videos de tipo monoconceptual.
- Selección de autoevaluaciones, en la plantilla se construye: Falso-cierto, el ahorcado, selección múltiple.
- Construcción de teoría en PDF y diapositivas.

Una vez se cuente con toda la información se procede a la construcción del OVA con la herramienta eXeLearning [19], que se puede descargar de forma gratuita, y se encuentra todo lo relacionado para su

construcción [19]. Se debe agregar que cuando se diseña un OVA, se debe crear una licencia Creative Commons que permita la divulgación libre de la información plasmada por la organización.

*Objetos interactivos de aprendizaje (OIA):* Descartes JS es una de las herramientas para la construcción de los OIA, que permite contener información, videos, PDF, diapositivas, autoevaluaciones, etc. Entre los elementos que contiene un OIA se encuentran:

- *Interactividad:* Moreno y Mayer, citados en [20], proponen cinco tipos de interactividad: diálogo, control, manipulación, búsqueda y navegación. Estos a su vez están basados en cinco principios: actividades guiadas, reflexión, realimentación, control y preentrenamiento o experiencia. Es decir, la interactividad es la característica que permite al usuario establecer un canal de doble vía para recibir información de parte del OIA y entregar nueva información como respuesta al mismo OIA.
- *Aleatoriedad:* Ferney y Velásquez [21] plantean que “la idea de aleatoriedad se introduce preferentemente de un modo descriptivo en la educación, resultando fundamental el papel del lenguaje utilizado para comunicar resultados”, más aún, es una característica que permite al usuario variar algún parámetro bien sea cuantitativo o cualitativo en el problema o ejercicio, el tipo de ejercicio o el tipo de pregunta, de manera que se planteen situaciones distintas cada vez.
- *Retroalimentación inmediata:* Canabal y Margalef [22] expresan que “en un contexto de evaluación como aprendizaje desarrollados”, la retroalimentación también incluye la aparición de mensajes con pistas para intentar nuevamente la solución o una explicación de cuál sería la solución según las condiciones planteadas en la escena del OIA.

- *Portabilidad:* Es la posibilidad de acceder a los recursos desde diferentes dispositivos y sistemas operativos (teléfonos móviles, tabletas y portátiles).

En la Figura 4 se observan los pasos para el diseño de los OIA y en la Figura 5 se observa un ejemplo de la interfaz de un OIA en forma de libro digital.



Fig. 4. Pasos del diseño OIA



Fig. 5. Interfaz OIA (Tomado de: <https://gruponomon.itm.edu.co/pages/teoria.html>)

En la página del proyecto Descartes están contenidas las plantillas para que los interesados en el diseño de OIA puedan acceder a la información y realizar el diseño que consideren pertinente para el desarrollo de su objetivo.

Las evidencias de los resultados obtenidos de las herramientas propuestas, se basa en la información de las experiencias de aula. Cada una de las herramientas se implementó en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) en el diplomado de Didáctica Universitaria, el cual a la fecha tenía cuatro grupos. A estos después de vivir su experiencia con las herramientas, se les solicitó responder una encuesta de satisfacción, y con ellos

mismos se socializó la experiencia. Como respuesta se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a cada experiencia.

*Metodología LSP:* Las experiencias de aula propiciaron espacios de aprendizaje, transferencia de conocimiento, confrontación de conocimiento, comunicación activa, entre otros. Algunos aportes de los participantes fueron los siguientes:

- El recrear escenarios de contextos reales de una organización donde se permita el aprendizaje a través del juego, generó experiencia que puede permanecer más fácil en uno.
- Cuando se involucró la experiencia didáctica en el aula se logró evidenciar un aprendizaje más significativo acerca del uso y aplicación de la metodología, partiendo de un problema real de una organización.

*Los seis sombreros para pensar:* En la aplicación de esta herramienta se desarrolló la lúdica llamada “Aeroplano de papel”, muy utilizada en otras lúdicas de aprendizaje [23], ya que si cada individuo es capaz de inventar o improvisar una aventura lúdica original, ésta se apoya en los cimientos de la evolución de todo lo que ha venido generando el colectivo humano al que pertenece.

En la Foto 4 se observa uno de los grupos en el cual ya se realizaban los análisis a partir de la herramienta seis sombreros para pensar.



**Foto 4.** Experiencia de Aula

Al cambiar los roles de la organización que representaban en la empresa, concluyeron que los ingenieros y directivos rara vez se apropian del trabajo del operario; por tal motivo, no se logran evidenciar claramente los cuellos de botella en el área o proceso.

*Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA):* En la Tabla 1 uno se muestra la encuesta aplicada a uno de los grupos con sus respectivos porcentajes y algunas apreciaciones referentes a los OVA como medio de aprendizaje.

**Tabla 1.** Encuesta sobre los OVA

Pregunta	Porcentaje de resultados		
	Sí	No	Otra
1. ¿La temática del OVA es clara?	95,9 %	4,1 %	0
2. ¿Considera que con este medio de divulgación se gestiona el conocimiento?	100 %	0	0
3. ¿La lectura en el OVA le permite tener un concepto cultural sobre el tema que se pretende aprender?	100 %	0	0
4. ¿Ve este medio digital como una oportunidad de cambio de acuerdo con el tradicional?	95,9 %	4,1 %	0
	Solo medios digitales	La presencia de un docente	La combinación de las dos anteriores (medios digitales y el docente)
5. ¿Qué prefiere para su aprendizaje?	0	2 %	98 %

Fuente: Elaboración propia.

La justificación de la respuesta 5 por parte de los involucrados se describe a continuación:

- Los medios digitales son una herramienta, la cual nosotros como estudiantes tenemos más acceso a diferentes puntos de vista del mismo tema, además la presencia del docente y su explicación hace que teóricamente se tengan mejores bases a la hora de buscar apoyos visuales y temas en la red.
- Siempre necesitamos la ayuda de un profesor
- La forma de aprendizaje presencial es la manera por la cual aprendo e interactué más con la materia, pero ahora los medios digitales son una gran manera de aprender y otra alternativa para cambiar de ambiente.
- Considero que tener un docente para el aprendizaje es vital, ya que este tiene un papel muy importante tanto con las horas de clases, como con la ayuda que nos presta para solucionar dudas. Los medios digitales nos pueden ayudar con otras opiniones y formas de enseñanza para enriquecer nuestro conocimiento.
- Porque es útil ya que nos sirve para estudiar en la universidad como en la casa.
- El docente guía el conocimiento y el trabajo independiente y asequible, son una combinación primordial para el aprendizaje.

*Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA):*

**Tabla 2.** Encuesta sobre los OIA

Pregunta	Porcentaje de respuestas					
	Muy clara	Clara	Algunos aspectos son claros	La temática es poco clara	No se entiende la temática	Muy atractiva
1. ¿La temática del OIA es clara?	38 %	60 %	0	0	0	2 %
	Nada atractivo para GC	Poco atractivo para GC	Atractivo para GC	Es un medio bastante atractivo para GC	Excelente para la GC	Atractiva
2. ¿Considera que con este medio de divulgación se gestiona el conocimiento?	0	4 %	12 %	60 %	22 %	2 %
3. ¿La lectura en el OIA le permite tener un concepto cultural sobre el tema que se pretende aprender?	0	0	18 %	42 %	38 %	2 %
	No creo que cambie la educación tradicional	En algunos casos puede hacer el cambio	Es una oportunidad atractiva para el cambio	Le veo muchas oportunidades para el cambio	Es la mejor oportunidad para cambiar	Muy atractiva
4. ¿Ve este medio digital como una oportunidad de cambio en la educación tradicional?	0	10 %	20 %	44 %	24 %	2 %
5. ¿Qué prefiere para su aprendizaje?	100 %					

Fuente: Elaboración propia.



La justificación de la respuesta 5 por parte de los involucrados se describe a continuación:

- Considero que las herramientas virtuales son una muy buena opción en la actualidad, sin embargo, es importante la presencialidad con el fin de afianzar conocimientos y aprendizajes.
- Los medios digitales son herramientas para el aprendizaje, pero la formación en criterio siempre debe estar dirigida por un docente.
- Los medios interactivos y digitales permiten acercar el conocimiento como un aire más calmado y con menos intimidación que un libro tradicional. Sin embargo, el acompañamiento del docente es indispensable para aclarar dudas y ambigüedades, ya que a un texto no se le puede pedir aclaración o explicación.
- Por el medio digital se pueden adquirir varios conocimientos, familiarizarse con los temas, y con la ayuda del profesor aprender y resolver dudas e inquietudes y ayudar a comprender mejor los temas.
- Este método me parece muy interesante, porque podemos leer el concepto, ver la información precisa del tema y realizar ejercicios, lo cual permite saber si se está aprendiendo.
- El docente siempre va ser necesario, porque es la mejor forma de transmitir el conocimiento, además, cuando se está en clase se pueden solucionar dudas con mayor claridad, pero los medios digitales son un gran apoyo para el estudio independiente.
- Prefiero la combinación de ambas, ya que si solo fuera lo digital y surgieran dudas no tendríamos ayuda que el docente puede ofrecer, la combinación de las dos ayuda a reforzar conocimiento.

#### IV. CONCLUSIONES

La pretensión de los autores con estas lúdicas de obtención de conocimiento es encontrar soluciones reales que permitan llevar las necesidades a entornos tecnológicos, para ser codificados por procesos sistemáticos en el desarrollo del software. Se reconoce que aún es un cuello de botella obtener

los requerimientos del usuario de una forma práctica y divertida que permita el diseño y desarrollo del producto de forma dinámica y más humana.

Una vez se obtiene la información, esta se debe convertir en conocimiento y una vez se obtiene el conocimiento este se transfiere para generar un nuevo conocimiento que, muchas veces, en el área de software es más práctico, preciso y exacto en el momento de ser consultado por cualquier usuario interesado.

Por medio de la investigación realizada se planteó un paso a paso para la implementación de las TIC y la GC, sin embargo, en el mundo académico y empresarial existen muchas más herramientas que permiten conservar el conocimiento.

#### RECOMENDACIONES

Al utilizar la aplicación multimedia interactiva como los OVA y los OIA, se obtiene una herramienta pedagógica interactiva y participativa para mejorar el aprendizaje de los interesados.

#### REFERENCIAS

- [1] L. E. Valdez Juárez, D. García Pérez, G. Maldonado, "TIC y la gestión del conocimiento como elementos determinantes del crecimiento de la Pyme", *Investig. Cienc.*, vol. 25, N.º 12, pp. 50-62, 2017.
- [2] WordReference, "Herramientas", Definición - WordReference.com, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.wordreference.com/definicion/herramientas>. [Accedido en: 06-May-2019].
- [3] Significados.com, "Creatividad", 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.significados.com/creatividad/>. [Accessed: 06-May-2019].
- [4] C. Beloch Ortí, "Las Tecnologías de la Información y Comunicación (T.I.C.) en el aprendizaje", Universidad de Valencia, 2008.
- [5] Unesco, "Las TIC en la Educación", Organización de las Naciones Unidas para la

- Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/havana/areas-of-action/education/tic-en-la-educacion/>. [Accedido: 06-May-2019].
- [6] J. J. García, “Análisis del rendimiento académico en el estudio de los límites de funciones de variable real con el apoyo de Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA)”, 2017.
- [7] O. Chaves, L. Chaves y D. Rojas, “La Realidad del uso de las TIC y su mediación pedagógica para enriquecer las clases de inglés”, *Rev. Ensayos Pedagógicos*, vol. 10, N.º 1, pp. 159-183, 2015.
- [8] Tecnología & Informática, “¿Qué es la tecnología? ¿Qué es la tecnología en informática?”, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://tecnologia-informatica.com/que-es-tecnologia-informatica/> [Accedido en: 08-May-2019].
- [9] EcuRed, “Tecnología Informática”, 2019. [En línea]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Tecnología\\_Informática](https://www.ecured.cu/Tecnología_Informática). [Accedido en: 08-May-2019].
- [10] D. J. Morales Castro y J. D. Menéndez Sarmiento, “La Web 2.0 en la enseñanza de los recursos educativos abiertos (REA). Diseño de una guía didáctica integradora”, Tesis de grado, Universidad de Guayaquil Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Guayaquil, Ecuador, 2018.
- [11] M. A. Zabaleta, M. I. Brito, L. E. Garzón, “Modelo de gestión del conocimiento en el área de TIC para una universidad del Caribe colombiano”, *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 13, N.º 16, pp. 1-16, 2016.
- [12] R. Hernández, C. Fernández y M. del P. Baptista, *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill, 2010.
- [13] D. Woods, *Realidad y juego*. Barcelona: Gedisa, 1979.
- [14] Máximo Impacto S.A.S., “Máximo Impacto – Consultoría en estrategia de alto nivel”, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://conmaximoimpacto.com/> [Accedido en: 06-May-2019].
- [15] E. De Bono, *Seis sombreros para pensar*. Barcelona: Granica, 1988.
- [16] M. Saavedra Seoane, “Los seis sombreros para pensar | designthinking.gal,” 2018. [En línea]. Disponible en: <https://designthinking.gal/tecnicas-de-creatividad-los-seis-sombreros-para-pensar/>. [Accedido en: 06-May-2019].
- [17] FormaLider Academy, “Seis sombreros para pensar - Edward de Bono - Resumen del libro en español”, 30-May-2016. [Video] Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Mq7mYdrUOqs>
- [18] Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), “Objetos de aprendizaje virtual”, MEN, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulo-82739.html> [Accedido en: 06-May-2019].
- [19] A. Monje, “Tutorial, manual de eXeLearning”, 2016. [En línea]. Disponible en: [http://exelearning.net/html\\_manual/exe\\_es/index.html](http://exelearning.net/html_manual/exe_es/index.html) [Accedido en: 06-May-2019].
- [20] I. D. Claros y R. Cobos, “Del vídeo educativo a objetos de aprendizaje multimedia interactivos: un entorno de aprendizaje colaborativo basado en redes sociales”, *Tendencias Pedagógicas*, vol. 0, N.º 22, pp. 59-72, 2013.
- [21] E. F. Montoya Velásquez, “Azar, aleatoriedad y probabilidad: Significados personales en estudiantes de educación media”, tesis de grado, CINDE, Universidad de Antioquia, 2011.
- [22] C. Canabal y L. Margalef, “La retroalimentación: La clave para una evaluación orientada al aprendizaje”, *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 21, N.º 23, pp. 149-170, 2017.
- [23] J. Herrador, “Los juegos tradicionales en la filatelia: Estudio praxiológico y multicultural de la actividad lúdica. Traditional Games in Stamps: Praxiological Analysis and Multicultural Study of Leisure Activities”, *Acción Motriz*, N.º 6, pp. 58-75, 2011.

## Capítulo VIII

# Analítica de Datos para Determinar la Afinidad Académica y Personal en Programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

*Mónica María Rojas - mmrojas@elpoli.edu.co*

*Alejandro Pelaez Piedrahita - alejandro\_pelaez82101@elpoli.edu.co*

*Paula Andrea Vargas Alvarez - paula\_vargas82111@elpoli.edu.co*

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia

### I. INTRODUCCIÓN

En Colombia, se viene hablando con preocupación de las cifras de deserción escolar y de la necesidad de disminuirla. Se entiende por deserción escolar “el abandono del sistema educativo por parte de los estudiantes, provocado por una combinación de factores que se generan, tanto en la escuela como en contextos de tipo social, familiar e individual” [1].

La deserción en las Instituciones de Educación Superior (IES) es más alta en los primeros cuatro semestres (deserción temprana) [2]. Una de las causas académicas de la deserción es la poca orientación profesional y vocacional antes del ingreso a la universidad [3], [4].

En el Sistema para la Prevención de la Deserción en la Educación Superior (Spadies) del Ministerio de Educación de Colombia, el cual consolida y ordena la información que permite hacer seguimiento a las condiciones académicas y socioeconómicas de los estudiantes que han ingresado a la educación superior en el país, se observa que los cuatro primeros semestres son críticos por la gran cantidad de estudiantes que desertan, concretamente el 75 % del total de deserciones, y se identifica que se debe principalmente a sus bajas competencias académicas al momento de ingresar a la universidad, aspectos económicos y aspectos relacionados con orientación socio-ocupacional.

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia [3] plantea que la deserción en programas de Ingeniería en Colombia en el primer semestre es del 22,8 %, y la deserción acumulada hasta el quinto semestre es del 46,7 %. El factor académico de mayor riesgo en las Instituciones de Educación Superior se presenta en los programas que pertenecen al área de matemáticas y ciencias naturales [6].

En algunos casos la deserción se debe al desconocimiento que tienen los estudiantes con respecto al programa al que ingresan, al encontrar que no es lo que esperaban o no es de su total agrado [5]. Al analizar los factores a la hora de elegir una carrera, se encuentran [7] los factores internos que forman parte de la personalidad del ser humano, entre ellos habilidades, intereses, actitudes y aptitudes; y los factores externos como la familia y el medio donde se desarrolla.

Como se puede observar, un factor relevante de deserción es la afinidad con la carrera elegida, que se toma como:

... grado de afinidad que existe entre las demandas de las carreras que se ha pensado estudiar y las características personales; es decir una valoración de gustos y habilidades para manejar ciertas cosas, como por ejemplo la lengua hablada, escrita o las matemáticas. Los casos de afinidad entre las características del

estudiante y la carrera que eligió, demuestran que se alcanza un alto rendimiento y un gran disfrute al cursar o ejercer la carrera. [8].

La afinidad académica tiene en cuenta solo la parte de capacidades y aptitudes, y la afinidad personal involucra aspectos más del carácter, las actitudes y gustos del individuo. Al analizar estos aspectos en relación con las cifras de deserción, se encuentra que hay una serie de datos y factores que son desconocidos por un aspirante al momento de seleccionar un programa de educación superior.

Con base en lo anterior, es necesario explorar tecnologías que permitan minimizar el problema de la deserción, tal como la analítica de datos, la cual permite analizar datos y obtener información para mejorar la toma de decisiones. Una de las estrategias de análisis de datos es la minería de datos, que implica la deducción de algoritmos que exploran los datos y el desarrollo de un modelo para descubrir patrones previamente desconocidos [9]. En este aspecto, se han realizado múltiples estudios en universidades, en diferentes áreas del conocimiento, que caracterizan las causas de deserción de los estudiantes, en los que se ha utilizado principalmente minería de datos, como en el proyecto realizado en México [5], donde se identifican causas de deserción escolar en la carrera de Ingeniería en Computación. Estos estudios se han concentrado en la identificación de causas, sin intentar anticiparse a esta situación.

En este proyecto, tomando de base la caracterización de los elementos que influyen en la afinidad del aspirante, se asociaron las características académicas y personales con las características de los programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC), planteando la definición de un modelo de afinidad académica y personal, que incorpora técnicas de análisis de datos. A partir del diseño, se desarrolló un prototipo que permite la validación del modelo de afinidad en el programa de Ingeniería Informática del PCJIC, y la identificación de formas de mejora para trabajos futuros.

Este documento se estructura de la siguiente manera: En la sección 2, se presentan la revisión de los antecedentes; en la sección 3 los materiales y métodos, en la sección 4 los resultados, en la sección 5 las conclusiones y finalmente las referencias.

## II. REVISIÓN DE ANTECEDENTES

La Universidad de los Andes (Colombia), en conjunto con el Ministerio de Educación Nacional [10], realizaron la investigación referente a deserción académica que ha tenido más relevancia, cuyo objetivo fue analizar información de las Instituciones de Educación Superior (IES) y determinar las características que son influyentes en cuanto a deserción se refiere, calculando probabilidades de riesgos de estudiantes particulares y de grupos de individuos con características semejantes. La investigación dio lugar al Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en las Instituciones de Educación Superior (Spadies), el cual se alimenta de la información que genera el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior (Icetex), el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes) y el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). Spadies ha sido de gran utilidad para posteriores investigaciones por la información estadística que brinda acerca de las IES en Colombia.

Algunos estudios [11], [12] emplearon redes neuronales, con el objetivo de determinar causas y patrones de deserción en cada una de sus universidades y casos particulares, y han encontrado en la minería de datos una buena técnica para el estudio de escenarios complejos como la deserción.

Otros estudios [13]-[16] utilizan técnicas de minería de datos con el objetivo de observar e identificar factores que influyen en la deserción académica y en la identificación de patrones de bajo rendimiento. En ellos se encontraron diversos factores que influyen en la deserción, y se recomienda emplear Weka y TaryKDD para realizar estudios con minería de datos.



En un estudio [15] con minería de datos se empleó la metodología CRISP-DM. Su objetivo fue identificar patrones en estudiantes con sus perfiles socioeconómicos y académicos en programas de pregrado de IES, buscando lograr una mayor retención estudiantil. Con la información y los patrones obtenidos se recomendó a las directivas universitarias de ambas IES formular políticas y estrategias relacionadas con los programas de retención estudiantil.

En otro estudio [17] realizado utilizando técnicas de minería de datos e inteligencia artificial, se extrajo información mediante algoritmos de aprendizaje automático. Su objetivo fue diseñar modelos predictivos con la finalidad de integrar al estudiante en su plan de retención en caso de que las características lo indiquen. El estudio muestra lo útiles que son los algoritmos de aprendizaje automático como los árboles de decisión, que ayudan a crear modelos predictivos eficaces a partir de los datos de retención estudiantil acumulados de años anteriores.

En un estudio [18] que emplea técnicas de minería de datos y la metodología CRISP-DM, el objetivo fue analizar las calificaciones de los alumnos de ingeniería de sistemas en las materias Algoritmos y Estructura de Datos para caracterizar los perfiles de los alumnos exitosos y de aquellos que no, debido al bajo rendimiento académico, con el fin de revertir los malos resultados y determinar las variables asociadas. Se estableció que el modelo es una herramienta válida, veraz, de gran utilidad para la gestión académica y muestra que se puede implementar en diversas instituciones para indicar, según el perfil del alumno, la alta probabilidad de fracaso académico, para, con base en ello, tomar medidas que tiendan a reducir el fracaso académico.

Se llevaron a cabo varios estudios [19]-[22] de tipo predictivo para encontrar patrones que inducen a los estudiantes a abandonar sus carreras y para prever cómo será su rendimiento académico, en los que se emplearon diversas técnicas de minería de datos, como árboles de decisión, reglas de asociación y regresión logística.

Otros estudios [18], [23], [24] que utilizaron minería de datos para evaluar el desempeño de alumnos de primer semestre en las materias escogidas, también analizaron la posible deserción para brindarles mayor atención en su proceso. Se determinaron perfiles y la importancia de programas de tutoría en su acompañamiento.

En [25] se presenta un estudio en el que se emplea minería de datos, con la herramienta Weka. Su objetivo fue encontrar un clasificador del rendimiento académico y detectar los patrones que influyen en la deserción de los estudiantes del departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.

El objetivo del estudio en [26], utilizando minería de datos y reglas de asociación, fue determinar patrones en la evaluación parcial de la materia Álgebra Lineal para estudiantes de primer año, con el fin de conocer el grado de incidencia de los ejercicios en el hecho de que los alumnos aprueben o desapruében el parcial. Se determinó la importancia que tiene la aplicación de la técnica de reglas de asociación, la cual permitió realizar un análisis novedoso de los resultados para el grupo de ejercicios planteados, y se obtuvieron distintas reglas de asociación cuya relevancia y significancia fue cuantificada por indicadores de soporte, confianza y *lift*.

Se presenta una investigación [27] para identificar las causas por las cuales los estudiantes de primer año abandonaban sus estudios. La información se obtuvo mediante cuestionarios y dio como resultado principalmente dos elementos: el primero relacionado con la carrera elegida al matricularse y el segundo relacionado con la frustración de expectativas. Además, se evidenció cómo la conexión de los estudios con sus características y sus habilidades personales y la conexión de los estudios con sus intereses y gustos, disminuyen la probabilidad de que los alumnos de primer año abandonen la carrera. En la investigación se resalta cómo la labor orientadora a la hora de elegir estudios universitarios es primordial para que los estudiantes no presenten una deserción temprana.

En otros estudios, por medio del uso del descubrimiento de conocimiento basado en reglas y árboles de decisión, se han identificado reglas de comportamiento a nivel personal y académico que tienen incidencia en el retiro, como quién financia los estudios y la cantidad de tiempo transcurrido desde que finalizó el colegio e ingresó a la universidad [28], [29].

En los diferentes antecedentes se identificó que los proyectos que estudian la deserción, lo hacen principalmente para caracterizar y encontrar patrones con el fin de prestarles más atención o brindarles tutorías; en la mayoría se tiene en cuenta solo el aspecto académico, no se identificaron trabajos donde se utilicen estos patrones con el fin de orientar al aspirante y evitar una posible deserción.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección se describe la metodología del proceso para la caracterización, el análisis de datos y el modelo propuesto para determinar la afinidad de los aspirantes con el programa de Ingeniería, particularmente el prototipo realizado con Ingeniería Informática del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC).

#### A. Caracterización del Aspirante y de los Perfiles de Programas de Ingeniería del PCJIC

Para la caracterización se revisó la literatura, con el fin de identificar en ésta características comunes de los ingenieros [30], [31]. Se analizó la literatura en lo referente a factores de afinidad con la carrera y de orientación vocacional profesional [7] con el propósito de identificar aspectos relevantes, tales como factores internos y externos que inciden en la elección. Asimismo, se analizaron los perfiles de los programas de Ingeniería del PCJIC y se identificaron características comunes y propias para cada programa.

Con el fin de validar la caracterización identificada, se realizó una encuesta, con un nivel

de confianza del 96 %, y se obtuvo una muestra de 104 estudiantes, del total de la población de 4.888 matriculados en ingeniería para el semestre 2018-2, según el Sistema de Indicadores y Estadísticas (SIE) del PCJIC.

#### B. Análisis de Datos

Para el análisis de datos se utilizó la metodología CRISP-DM [32] que define seis fases: entendimiento del negocio, entendimiento de los datos, preparación de los datos, modelado, evaluación e implementación.

En el entendimiento del negocio y en el de los datos, se revisó la información disponible en el Politécnico que pudiera relacionarse con la caracterización identificada, para conocer las características de los estudiantes actuales y graduados de los programas de Ingeniería.

En el PCJIC se cuenta con datos de la ficha psicosocial que se obtienen al momento de ingresar el estudiante a los seis programas de Ingeniería, se contó con información correspondiente a los periodos 2010-1 a 2017-2; además, con información de tipo personal, familiar, académica, laboral, cívica y de informática. También se tuvo acceso a informes de deserción e información académica de los estudiantes de Ingeniería Informática y de los graduados.

En la fase de preparación de datos, se utilizaron las siguientes herramientas de software: para el proceso de ETL se utilizó la herramienta Pentaho Data Integration, y para la recopilación, integración y almacenamiento de los datos del modelo el motor de base de datos fue PostgreSQL.

Para la fase de modelado se seleccionó la técnica, tomando como base los proyectos de minería de datos consultados en la revisión de literatura; se tuvieron en cuenta las características más apropiadas de acuerdo con el modelo para hacer la comparación entre ellas. En la Tabla 1 se muestran las características de las técnicas evaluadas [33].

**Tabla 1.** Técnicas de analítica de datos

Técnica / Característica	Clustering	Reglas de asociación	Árboles de decisión
Descriptiva			x
Predictiva	x	x	
Relación entre registros	x		
Agrupamiento de registros		x	x
Clasificación de registros		x	

Fuente: Elaboración propia.

Se eligió una técnica de tipo descriptiva para comprender mejor los datos que se encuentran en las diferentes fuentes, se consideró agrupar y clasificar los estudiantes según sus características, y además se buscó identificar relaciones que no se podrían derivar a simple vista; por lo cual la técnica elegida fue Clustering.

Para la fase de implementación de la técnica de analítica de datos se eligió y utilizó Weka, por ser una plataforma de software libre para el aprendizaje automático y por haber mostrado gran desempeño en los proyectos de analítica de datos consultados en los antecedentes.

### C. Modelo de Afinidad

Con base en la caracterización de los aspirantes y de los programas de Ingeniería, y el análisis de la información almacenada en la Institución de los estudiantes y graduados con las técnicas pertinentes de analítica de datos, se procedió a elaborar un algoritmo basado en los patrones encontrados, por medio del cual se obtiene el porcentaje de afinidad con los factores internos y externos y con el programa de Ingeniería Informática.

Este proceso se lleva a cabo mediante un formulario web diseñado para capturar la información del aspirante, y proceder a mostrarle su afinidad con el

programa de Ingeniería, además por ser el modelo validado en ingeniería informática, se incluyeron preguntas sobre características específicas de este programa.

Para obtener los datos de los aspirantes a programas de Ingeniería, a los cuales se les va a presentar la afinidad, se empleó el formulario web, donde ellos ingresan información relacionada con los factores internos y externos que los caracterizan; además, se incluyen las características halladas que debe tener un ingeniero informático, tales como la lógica y el manejo de dispositivos tecnológicos.

## IV. RESULTADOS

### A. Caracterización del Aspirante y de los Perfiles de Programas de Ingeniería del PCJIC

La caracterización se divide en dos elementos: 1) el aspirante con sus características personales y académicas; 2) los programas de Ingeniería llevados al contexto del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC).

Teniendo en cuenta lo planteado en la literatura [7] y las características definidas en la revisión de antecedentes [30], [31] que debe tener un estudiante de Ingeniería, se identificaron las siguientes: conocimientos sólidos; habilidades y capacidades, como el trabajo en equipo, el autoaprendizaje, el liderazgo, la creatividad, la innovación, la investigación, la comunicación, el dominio de la informática y la adaptación; características de entendimiento y comprensión, como la toma de decisiones, el pensamiento crítico, el análisis y el mejoramiento continuo; y cualidades personales, actitudes y valores, como la ética, la perseverancia, el respeto, el compromiso y la responsabilidad.

En la Tabla 2 se presentan de manera detallada las características personales y académicas identificadas para los profesionales en Ingeniería.

**Tabla 2.** Características personales y académicas de los estudiantes de programas de Ingeniería

Ingeniero	
Características personales	Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo Asumir roles y responsabilidades Comunicarse con efectividad Actuar con espíritu emprendedor Actuar éticamente
Características académicas	Identificar problemas Formular problemas Resolver problemas Aprender de forma continua y autónoma Tener buena formación básica

Fuente: Elaboración propia.

Al revisar los perfiles de los seis programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC), se encontraron cinco características en común para todos, a saber:

- Capacidad de análisis
- Actitud crítica e innovadora
- Capacidad de trabajar en equipo
- Sólida formación básica
- Espíritu investigativo

Al detallar cada programa, se observan características que son particulares, como se ve en la Tabla 3.

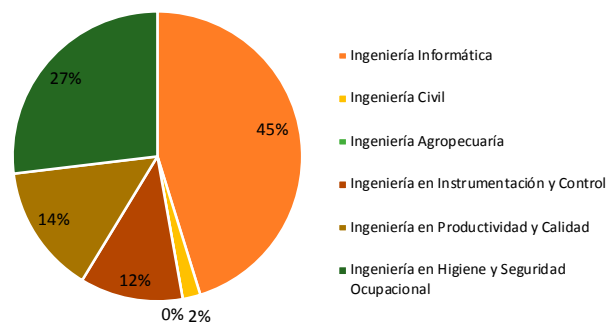
**Tabla 3.** Perfiles de los programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC)

Programa	Características
Ingeniería Informática	Lógica
Ingeniería Civil	Replantear problemas y actualizarse de forma permanente
Ingeniería Agropecuaria	Toma de decisiones y conciencia ambiental

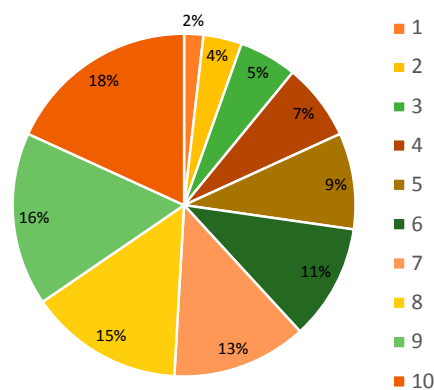
Programa	Características
Ingeniería de Instrumentación y Control	Lógica y liderazgo
Ingeniería de Higiene y Salud Ocupacional	Aprender a aprender y desaprender, comunicación, pensamiento sistémico
Ingeniería de Productividad y Calidad	Liderazgo y toma de decisiones

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la encuesta a los 104 estudiantes con el fin de validar la información obtenida en la caracterización con base en la literatura y en la revisión de los perfiles. En la Figura 1 se ve la distribución de los estudiantes por programa, y en la Figura 2, por nivel académico.



**Fig. 1.** Clasificación por programas



**Fig. 2.** Clasificación por nivel académico



Se identificó con la encuesta que el 73 % de los estudiantes dicen tener habilidades para trabajar en equipo, el 63 %, para analizar y el 39 %, para investigar; características que fueron encontradas en los perfiles de los programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC).

Además, el 82,7 % dicen ser responsables, el 69,2 % tienen habilidades para resolver problemas, el 39,4 %, para comunicar asertivamente y el 38,5 %, para emprender; características expuestas que la Asociación Iberoamericana de Instituciones de la Enseñanza de la Ingeniería considera necesarias.

Se identificó también que el 62,5 % de los estudiantes que respondieron la encuesta se consideran curiosos, el 61,5 %, perseverantes, el 58,7 % son dedicados, el 51,9 % tienen habilidades para tomar decisiones, el 51 % son abiertos al cambio y el 44,2 % son creativos; las características se obtuvieron de la caracterización del aspirante.

Estos resultados muestran que la caracterización identificada en su mayoría coincide con porcentajes altos en las respuestas de los estudiantes de Ingeniería del PCJIC. Teniendo en cuenta las caracterizaciones anteriores, tanto de los aspirantes como de los programas de Ingeniería, que abarcan las comunes para todos y las particulares, se presenta la asociación en la Figura. 3.



Fig. 3. Asociación de características personales y académicas con los programas de Ingeniería

A partir de la caracterización de los elementos que influyen en la afinidad del aspirante y basado en expertos el modelo se define en la sección posterior.

B. Análisis de Datos

Se ejecutó el método SimpleK-means, gracias a su efectividad [30] y al reconocimiento obtenido en la revisión de antecedentes y la opción Use Training Set, con diferente cantidad de clústeres, y se encontró el mejor desempeño con cuatro grupos, donde la cohesión (distancia de los datos en cada clúster respecto a su centro) fue menor. Se utilizaron 968 instancias y se clasificaron de acuerdo al atributo graduado. Posteriormente, se hizo el perfilamiento de los clústeres, explicando el centroide encontrado por el método SimpleK-means. En la Figura 4 se presenta la conformación de los grupos.

A continuación, la descripción de cada clúster.

**Clúster 0.** No graduados. Hombres, viven en Medellín, no laboran, los estudios los pagaban sus padres, viven con ambos padres, se transportan en metro, solteros, estrato 2,49, ambos padres trabajan y terminaron secundaria.

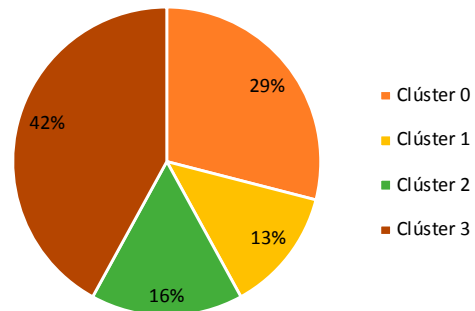


Fig. 4. Conformación de los clústeres

**Clúster 1.** Graduados. Provenientes de Medellín, estrato 1,96 en promedio, no trabajaban al momento de ingresar a la Universidad, sin hijos ni personas a cargo, sus estudios los pagaban sus padres y no respondieron información de estudio y laboral de sus padres.

*Clúster 2.* Graduados. Solteros, al momento de ingresar a la Universidad no trabajaban, el gasto de sus estudios era asumido por sus padres, sin hijos ni personas a cargo, su padre trabaja en la industria, viven con parientes, la madre terminó primaria y el papá secundaria, estrato 2,5 en promedio.

*Clúster 3.* No graduados. Hombres, no provienen de Medellín, solteros, se transportan en metro, viven con la madre, estrato 2,37 en promedio, ambos padres trabajan y terminaron primaria; trabajan y costean sus estudios con recursos propios y perciben entre 1 y 2 salarios mínimos.

Estos resultados indican que los estudiantes graduados se encuentran en el grupo con las siguientes características: al momento de ingresar a la Universidad no trabajaban, el gasto de sus estudios era asumido por sus padres, no tenían hijos ni personas a cargo.

Con base en los datos obtenidos, se procede a construir el modelo de afinidad, se involucran los patrones identificados en un algoritmo que permite calcular el porcentaje de afinidad.

### C. Modelo de Afinidad

Con base en la caracterización identificada en los perfiles de los programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la encuesta de validación realizada, se construyó el modelo de afinidad académica y personal, el cual tiene como entradas las fuentes de datos mencionadas anteriormente, a las cuales se les realizaron procesos de ETL, luego se almacenaron en una base de datos y posteriormente se agruparon las salidas, tal como se muestra en la Figura 5.

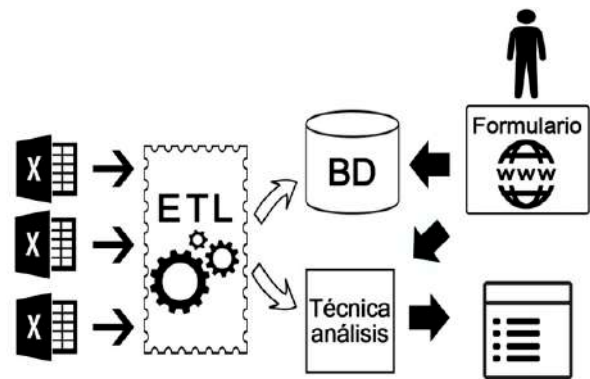


Fig. 5. Modelo de afinidad académica y personal

El modelo se implementó para ser validado en el programa de Ingeniería Informática. En la Figura 6, se muestra la arquitectura del prototipo desarrollado y sus componentes.

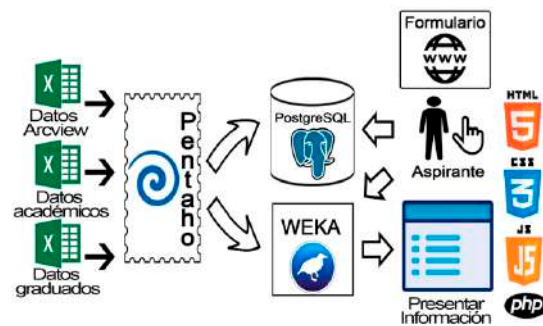


Fig. 6. Arquitectura del prototipo

Se diseñó un formulario para recolectar la información solicitada al aspirante, los datos incluyen información que se identificó en la caracterización y factores internos y externos que influyen en su decisión; se incluyen, además, las características halladas que debe tener un ingeniero informático (ver Figura 7).

Fig. 7. Software web – recolección de datos

En la Figura 8 se puede ver un ejemplo de las preguntas de lógica incluidas y en la Figura 9, de las preguntas sobre conocimientos de informática.

Fig. 8. Formulario Web – preguntas de lógica

Fig. 9. Software web – conocimientos de informática

Con base en la información suministrada por el aspirante, la aplicación realiza el cálculo de la afinidad con los factores externos e internos y con los aspectos propios de la Ingeniería Informática.

Fig. 10. Software web – presentación de resultados

La comprobación se hizo tomando algunos graduados, diez específicamente, a quienes, con base en la información suministrada al ingreso, se les preguntó de nuevo información socioeconómica, de lógica y de conocimientos de informática, y se obtuvo para cada uno el porcentaje de afinidad con el programa, que mostró un alto grado.

## V. CONCLUSIONES

Al realizar el proceso de ETL se encontró que la calidad de la información era baja, debido a que el formulario de ingreso utilizado en el PCJIC contiene demasiadas preguntas abiertas y no obligatorias, fue necesario aplicar varios procesos de transformación para mejorar la calidad de los datos. Para aumentar la calidad de la información, sería necesario hacer seguimiento a la información solicitada por la Oficina de Admisiones.

La afinidad con el programa que se desea estudiar depende de múltiples factores, no solo se debe tener en cuenta el aspecto académico, sino prestar atención a los gustos y motivaciones en el momento de elegir una carrera para evitar decepciones y posibles retiros.

La técnica de análisis de datos seleccionada permitió identificar patrones en los datos para así establecer el nivel de afinidad con los graduados del programa, incluyendo factores personales que no se identifican fácilmente a simple vista. Sin embargo, como trabajo futuro sería útil probar otras técnicas de análisis de datos para contrastar resultados, incluso que se pueda aprender de los datos ingresados.

Como trabajo futuro se propone también validar el prototipo en otros programas de Ingeniería del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (PCJIC), para incorporar las características específicas de cada uno de ellos.

## REFERENCIAS

- [1] D. M. M. Bernal, “La deserción escolar: Un problema de carácter social”, *In Vestigium Ire*, N.º 6, 2013.
- [2] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, *Guía para la implementación del Modelo de Gestión de Permanencia y Graduación Estudiantil en Instituciones de Educación Superior*. Bogotá: Imprenta Nacional, 2015. Disponible en: [http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356272\\_recurso.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-356272_recurso.pdf)
- [3] Observatorio de Educación Superior de Medellín (ODES), “Deserción en la Educación Superior, Boletín N.º 5, Medellín: Sapiencia, julio 2017. [En línea]. Disponible en: [http://www.sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2017/07/BOLETIN\\_ODES\\_DESERCION\\_EN\\_LA\\_EDUCACION\\_SUPERIOR.pdf](http://www.sapiencia.gov.co/wp-content/uploads/2017/07/BOLETIN_ODES_DESERCION_EN_LA_EDUCACION_SUPERIOR.pdf)
- [4] Ministerio de Educación Nacional de Colombia (Mineducación), *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana*. Bogotá: Mineducación, 2010.
- [5] J. A. Mendiola, R. V. Rosas, J. A. A. Velásquez, R. A. Eleuterio y J. M. Romero, “Análisis de deserción escolar con minería de datos”, *Research in Computing Science*, vol. 93, pp. 71-82, 2015.
- [6] Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Informe mensual sobre el soporte técnico y avance del contrato para garantizar la alimentación, consolidación, validación y uso de la información del SPADIES. Bogotá: Universidad de los Andes, febrero 2014.
- [7] Z. B. Salinas, “La orientación vocacional y profesional en la selección de carreras”, *Ciencia Unemi*, vol. 4, N.º 6, pp. 97-101, 2015.
- [8] V. V. Salmerón, *Orientación profesional: un enfoque sistémico*. 2.ª ed., vol. 1. México: Prentice Hall, 2004.
- [9] O. Maimon and L. Rokach, *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer, Heidelberg, 2005.
- [10] I. Montes, P. Almonacid, S. Gómez, F. Zuluaga y E. Tamayo, *Análisis de la deserción estudiantil en los programas de pregrado de la Universidad Eafit*. Serie Cuadernos de Investigación. Medellín: Ed. Universidad Eafit, abril 2010.
- [11] J. E. Gutiérrez, “Descubrimiento de conocimientos en la base de datos académica de la Universidad Autónoma de Manizales aplicando redes neuronales”, Universidad Autónoma de Manizales, Colombia, 2012.



- [12] D. del Alcázar, E. Silva y X. Fernández, “Sistema inteligente para perfilar la deserción en estudiantes universitarios de carreras técnicas”, en *Deserción, calidad y reforma universitaria. Apuntes para el debate*, F. Cevallos. Ed. Cuadernos del contrato social por la educación - Ecuador, N.º 10, pp. 50-65, Quito, junio 2014.
- [13] K. Azoumana, “Análisis de la deserción estudiantil en la Universidad Simón Bolívar, Facultad Ingeniería de Sistemas, con técnicas de minería de datos”, *Pensamiento Americano*, vol. 6, N.º 10, 2013.
- [14] W. Fontalvo, M. P. Castillo y S. Polo, “Análisis comparativo entre las características más relevantes de deserción estudiantil en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Autónoma del Caribe. Estudiantes activos en el periodo 2013-01 y desertores académicos de los periodos 2011-01 a 2012-02”, *Escenarios*, vol. 12, N.º 1, pp. 96-104, 2014.
- [15] R. Timarán, J. Jiménez, R. T. Pereira y J. J. Toledo, “Detección de patrones de deserción estudiantil en programas de pregrado de instituciones de educación superior con CRISP-DM”, en *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, Buenos Aires, 2014, pp. 1-19.
- [16] K. B. Eckert y R. Suénaga, “Análisis de deserción-permanencia de estudiantes universitarios utilizando técnica de clasificación en minería de datos”, *Formación Universitaria*, vol. 8, N.º 5, pp. 03-12, 2015.
- [17] S. H. Lin, “Data mining for student retention management”, *J. Comput. Sci. in Colleges*, vol. 27, N.º 4, pp. 92-99, 2012.
- [18] D. L. La Red, M. Karanik, M. Giovannini y N. Pinto, “Perfiles de rendimiento académico: un modelo basado en minería de datos”, *Campus Virtuales*, vol. 4, N.º 1, pp. 12-30, 2015.
- [19] Y. K. Amaya, E. Barrientos y D. J. Heredia, “Modelo predictivo de deserción estudiantil utilizando técnicas de minería de datos”, 2010 [En línea]. Disponible en: <https://documentos.redclara.net/bitstream/10786/759/1/124-22-3-2014-Modelo%20predictivo%20de%20deserci%C3%B3n%20estudiantil%20utilizando%20t%C3%A9cnicas%20de%20miner%C3%ADa%20de%20datos.pdf>.
- [20] H. C. Ahumada, H. Dip, C. G. Herrera y J. C. Leguizamón, “Minería de datos para un sistema de alerta temprana de deserción en carreras de ingeniería”, en *XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, Salta, 2015.
- [21] S. Celis, L. P. Poblete, J. Villanueva y R. Weber, “Un modelo analítico para la predicción del rendimiento académico de estudiantes de ingeniería”, *Rev. Ing. Sistemas*, vol. XXIX, 2015.
- [22] E. A. Porcel, G. N. Dapozo y M. V. López, “Predicción del rendimiento académico de alumnos de primer año de la FACENA (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa”, *Rev. Electrónica de Investigación Educativa*, vol. 12, N.º 2, pp. 1-21, 2010.
- [23] E. I. García y P. M. Mora, “Creación de un modelo de predicción del desempeño académico de los alumnos de la Facultad de Ingeniería de La UNAM en el primer semestre”, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2011.

- [24] M. Gil, M. Soria, J. Mosqueda, R. Sánchez, I. Pérez y N. Reyes, “Detección de la probabilidad de deserción en alumnos de nuevo ingreso en base a factores de riesgo utilizando redes neuronales artificiales”, *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*, vol. 2, p. 52.
- [25] O. M. Sposito, M. Etcheverry, M. Ryckeboer y J. Bossero, “Aplicación de técnicas de minería de datos para la evaluación del rendimiento académico y la deserción estudiantil”, en *Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática*, CISCI, vol. 29, 2010.
- [26] H. C. Ahumada y C. Herrera, “Utilización de minería de datos en el análisis de ejercicios de una evaluación de álgebra lineal”, *ReTyCA (Revista de Tecnología y Ciencias Aplicadas)*, vol. 1, pp. 1-6, 2016.
- [27] M. Álvarez, P. Figuera y M. Torrado, “La problemática de la transición Bachillerato-Universidad en la Universidad de Barcelona”, *REOP-Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, vol. 22, N.º 1, pp. 15-27, 2011.
- [28] H. Kuna, R. García and F. Villatoro, “Pattern discovery in university students’ desertion based on data mining”, in *Proc. IV Meeting on Dynamics of Social and Economic Systems*, 2010, pp. 275-285.
- [29] D. Vila, S. Cisneros, P. Granda, C. Ortega, M. Posso-Yépez, I. García-Santillán, “Detection of desertion patterns in university students using data mining techniques: A case study”, in *Technology Trends. CITT 2018. Communications in Computer and Information Science*, M. Botto-Tobar, G. Pizarro, M. Zúñiga-Prieto, M. D’Armas, M. Zúñiga-Sánchez, eds., vol. 895. Germany: Springer, Cham, 2018, pp. 420-429.
- [30] E. Blanco Rivero, “Perfil del ingeniero colombiano para el 2020. Education, Innovation, Technology and Practice”, en *5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Tampico, México, 2007.
- [31] R. G. Lerena, *Competencias y perfil del Ingeniero Iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación*. Bogotá, Colombia: ASIBEI, 2016.
- [32] S. Sharma, K. M. Osei-Bryson, G. M. Kasper, “Evaluation of an integrated Knowledge Discovery and Data Mining process model”, *Expert Systems with Applications*, vol. 39, pp. 11335-11348, 2012. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.02.044>
- [33] J. Han, J. Pei, J. and M. Kamber, *Data Mining: Concepts and Techniques*. Elsevier, 2011.

# Capítulo IX

## Factores que Inciden en el Funcionamiento de una PMO en las Empresas de TI: Una Revisión de Literatura

*Adriana Xiomara Reyes Gamboa - axreyes@elpoli.edu.co*

*Sara Cristina Vera Sepúlveda - sara\_vera54182@elpoli.edu.co*

Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia

*Darío Enrique Soto Durán - dsoto@tdea.edu.co*

Docente-investigador, Tecnológico de Antioquia - I. U., Medellín, Colombia

### I. INTRODUCCIÓN

Una Oficina de Gestión de Proyectos (Project Management Office —PMO—) se define como una estructura organizativa que estandariza los procesos de gobierno relacionados con el proyecto y facilita el intercambio de recursos, metodologías, herramientas y técnicas [1]. En [2] se define como una estructura organizativa creada para promover y mejorar la práctica de la gestión de proyectos, mediante la adopción de metodologías apropiadas para lograr altos niveles de eficiencia y eficacia. Las organizaciones de Tecnología de la Información (TI) deben llevar a cabo cambios significativos e implementar nuevas prácticas más ajustadas a la realidad, incluido el uso de enfoques de gestión de proyectos y beneficios, buscando un mejor uso y control de los recursos y capacidades existentes [3].

Hay diferentes versiones de factores que influyen en el funcionamiento de una PMO, por ejemplo, para [4], la combinación de una excelente investigación y la gestión profesional de proyectos es un factor de éxito cuando se maneja una gran cartera de proyectos complejos. Para [5], el éxito radica en la comunicación que se tiene con la alta dirección de la empresa de manera continua y exitosa y es lo que asegura la validez de la estrategia. También se habla acerca de la gestión de proyectos como esencial en el contexto del desarrollo de proyectos exitosos, es transversal y tiene aplicaciones en muchos sectores [6]. Los mismos autores afirman que es particularmente cierto en proyectos grandes, donde

la necesidad de una estructura de administración de proyectos competente se hace más evidente y realmente indudable debido a la complejidad involucrada, y más aún en los proyectos del sector TI que incluyen características particulares como: alta incertidumbre, alta complejidad y ambientes de permanente cambio, por lo anterior es que se hace necesario identificar los factores que inciden en el éxito de las PMO para aplicarse al contexto de las empresas de TI.

En general, en las organizaciones de tecnologías de información se trabaja con marcos de gobierno de TI, sin embargo, a pesar de que existe relación con la gestión de proyectos se omiten de las funciones de PMO dentro de dichos marcos [7]. Una PMO y la estructura organizacional proyectada son aspectos positivos y significativos en la alineación de los proyectos de TI con los modelos de negocio [8]. Sin embargo, en este aspecto se requeriría un análisis más detallado de los impactos de este tipo de metodologías en las empresas de TI, debido a que lamentablemente, aunque la existencia de una PMO puede tener un impacto en el rendimiento de la organización, el desinterés por parte de los equipos de gestión para establecerla sigue siendo una tendencia frecuente en múltiples industrias [9]. En [9] se indica que se requieren prácticas tales como el desarrollo de métricas de rendimiento para medir el valor de la PMO en IT, la estructuración de éstas basadas en una práctica de gestión de servicios y un modelo conceptual propuesto específico para la industria.

El presente artículo se encuentra organizado en tres secciones: la primera describe el protocolo que orienta la revisión de la literatura, la segunda corresponde a los resultados y su respectivo análisis y, por último, se presentan las conclusiones.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Materiales

La literatura que existe sobre el tema provee una gran variedad de artículos que hablan sobre los factores que influyen en el funcionamiento de una PMO.

### B. Métodos

La revisión de literatura se realiza bajo el protocolo de revisión Kitchenham (2007). El objetivo de este protocolo es apoyar en esta labor a los investigadores para evitar sesgos en la realización de este proceso. El protocolo plantea tres fases:

- *Planificación:* Se refiere a las actividades previas a la revisión, para definir las preguntas de investigación, los criterios de inclusión y exclusión, las fuentes de información, la cadena de búsqueda, y los procedimientos de categorización.
- *Ejecución:* Se refiere a la búsqueda y la selección de los estudios con el fin de extraer los datos y sintetizarlos.
- *Resultados:* Es la fase final. Tiene por objeto redactar los resultados de acuerdo con las preguntas de investigación planteadas. Los resultados derivados de la revisión presentan un análisis crítico de los autores.

## III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan las preguntas que se propone resolver con la revisión de literatura, así como la justificación de su planteamiento.

**Tabla 1.** Preguntas de investigación y su justificación

N.º Pregunta de investigación	Justificación de la pregunta
PI1 ¿Cuándo y dónde fue publicado el estudio?	El tema de investigación es amplio y pertinente en las disciplinas de ingeniería y la gestión de proyectos. Esta pregunta de investigación tiene como propósito conocer y comprender las fuentes de las publicaciones específicas para la temática y cuándo han sido publicadas.
PI2 ¿Cuáles son los factores positivos que influyen en el funcionamiento de una PMO?	Se formula esta pregunta de investigación para establecer las categorías donde se identifican factores positivos en el funcionamiento de una PMO.
PI3 ¿Cuáles son los factores negativos que influyen en el funcionamiento de una PMO?	Se formula esta pregunta de investigación para establecer las categorías donde se identifican factores negativos en el funcionamiento de una PMO.

Fuente: Elaboración propia.

*Criterios de inclusión y exclusión:* La selección de criterios está organizada en un criterio de inclusión (CI) y cuatro criterios de exclusión (CE). El criterio de inclusión es: (CI1) El estudio analiza los factores que inciden en el funcionamiento de una PMO. Los criterios de exclusión son: (CE1) El estudio es un artículo corto. (CE2) El estudio tiene un tiempo de publicación mayor a 5 años. (CE3) La publicación es una versión anterior de otro estudio publicado. (CE4) La publicación es un artículo producto de talleres y tutoriales.

*Fuentes de búsqueda:* La revisión se enfocó en la base de datos Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>).

*Palabras clave y cadena de búsqueda:* La búsqueda de los estudios se realizó teniendo en cuenta el área de interés de la revisión y construyendo la cadena de búsqueda con las palabras claves. La cadena de búsqueda definida es (“success” OR “issue”) AND (“PMO” OR “project” OR “project management”).

*Validación:* Antes de realizar la búsqueda de la información, el protocolo de revisión se validó evaluando la pertinencia de las palabras claves y la cadena de búsqueda, con una pequeña muestra de publicaciones.

*Extracción de la información y síntesis:* El proceso de búsqueda consideró publicaciones de antes del mes de mayo de 2019. La última búsqueda se realizó en mayo de 2019. Como resultado de la búsqueda se obtuvo un total de 31 publicaciones. Se aplicaron los criterios de selección (de inclusión y de exclusión) sobre fecha, título, resumen y palabras clave, lo que dio como resultado 20 documentos (reducción aproximadamente del 36 %), y quedó el siguiente listado:

**Tabla 2.** Listado de artículos seleccionados

1	PMO implementation experiences in companies of Medellin city
2	The role of the Project Management Office (PMO) in product lifecycle management: A case study in the defense industry
3	Importance of Managing PMO in Croatian PM Market
4	Improving Project Success: A Case Study Using Benefits and Project Management
5	A Performance Evaluation Model for Project Management Office Based on a Multicriteria Approach
6	Integrated Framework for Project Management Office Evaluation

7	PMO as a key ingredient of public sector projects' success – position paper
8	Project Management Office Models – a review
9	The Project Office as Project Management Support in Complex Environments
10	Projects' issue management
11	Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts
12	Project management office in non-governmental organizations: an ex post facto study
13	Project complexity and team-level absorptive capacity as drivers of project management performance
14	Why and how do project management offices change? A structural analysis approach
15	Software project management in high maturity: A systematic literature mapping
16	Benefits Realisation Management and its influence on project success and on the execution of business strategies
17	Identifying organizational variables affecting project management office characteristics and analyzing their correlations in the Iranian project-oriented organizations of the construction industry
18	Caracterización de los stakeholders que se relacionan con las Oficinas de Gerencia de Proyectos-Fundamento del ecosistema para la gestión de proyectos sostenibles
19	PMO CONCEPTUALIZATION FOR ENGINEERING AND CONSTRUCTION BUSINESSES
20	EXPLORING THE DYNAMICS OF PROJECT MANAGEMENT OFFICE AND PORTFOLIO MANAGEMENT CO-EVOLUTION: A ROUTINE LENS

Fuente: Elaboración propia.

¿Cuándo y dónde fue publicado el estudio? (PI1). Para dar respuesta a la Pregunta de Investigación 1, las publicaciones se caracterizaron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Año de publicación (Figura 1).
- País de la publicación (Figura 2).