

# DOSSIER INFORMÁTICO, **CITIC 2018**

Nuevos retos en las tecnologías de la  
información y computación.

Muñoz Verduga, Dolores Esperanza  
Ortega Arcia, Luis Alberto  
Larrea Plúa, Johnny Javier



# Dossier Informático, CITIC 2018

## Nuevos retos en las tecnologías de la información y computación



### COMPILADORES

Dolores Esperanza Muñoz Verduga

Luis Alberto Ortega Arcia

Johnny Javier Larrea Plúa

## AUTORIDADES

Dr. Miguel Camino Solórzano <b>Rector de la ULEAM</b>	Lcdo. Max Olivares Alvares <b>Director de CIDE Ecuador</b>
Dra. Myriam Félix López <b>Rectora de la ESPAM MFL</b>	Lcdo. Bryan Tello <b>Director Operativo CIDE Ecuador</b>
Mg. Dolores Muñoz Verduga <b>Decana de la FACCI - ULEAM</b>	Lcda. Indira Vásquez <b>Directora de Publicaciones CIDE Ecuador</b>
Mg. Luis Ortega Arcia <b>Director carrera de Computación – ESPAM</b>	Lcdo. Stalin Revelo <b>Director de Finanzas CIDE Ecuador</b>

## COMITÉ ORGANIZADOR

Ing. Johnny Larrea Plúa, PhD.  
**Coordinador General**  
Ing. Marlon Navia Mendoza, PhD  
Ing. Jorge Herrera Tapia PhD.  
Ing. Jofre Moreira Pico, Mg.  
Ing. Jorge Pincay Ponce, Mg.  
Ing. Dahiana Alvia Toala, Mg.  
Ing. Ligia Zambrano Solórzano, Mg.

La presente obra fue evaluada por pares académicos experimentados en el área.  
Catalogación en la Fuente

Dossier Informático, CITIC 2018. Nuevos retos en las tecnologías de la información y computación/ compilado por Muñoz Verduga, Dolores Esperanza, Ortega Arcia, Luis Alberto Larrea Plúa, Johnny Javier. – Guayaquil: CIDE, 2018

170 p.: incluye tablas, cuadros, gráficos

Memorias del II Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación, Manta, Manabí, Ecuador los días 29, 30 y 31 de octubre de 2018.

ISBN: 978-9942-802-02-6

1. Tecnología– Ecuador – Congresos, conferencias 2. Computación – Ecuador – Congresos, conferencias

CCDD 005 D724

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, integra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización previa por escrito al Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE).

DERECHOS RESERVADOS.

Copyright © 2018.

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador.

Cdla. Martina Mz. 1 V. 4

Guayaquil, Ecuador.

Tel.: 00593 4 2037524

<http://www.cidecuador.com>

ISBN: 978-9942-802-02-6

Edición con fines académicos no lucrativos.

Impreso y hecho en Ecuador.

Fecha de Publicación: Diciembre, 2018

Coordinación General: Lic. Pedro Naranjo Bazaña, Msc.

Coordinación Técnica: Lic. María J. Delgado Navarro

Diseño Gráfico: Lic. Danissa Colmenares

Diagramación: Lic. Alba Gil

## **COMITÉ EDITORIAL**

### **Dr. Héctor Gerardo Sánchez Bedoya, Colombia**

Doctor en Educación, Magíster en Comunicación Educativa, Especialista en Computación para la Docencia, Licenciado en Matemáticas y Física, Tecnólogo en Sistemas de Información. Docente de la Institución Educativa INEM Felipe Pérez, Docente Catedrático de la Universidad Tecnológica de Pereira. Seminarista en cursos de maestría en Pedagogía, Didáctica e Investigación en el aula.

### **PhD. Martha Helena Carrillo Ramírez, Colombia**

Ingeniera Industrial de la Pontificia Universidad Javeriana (PUJ) en Bogotá – Colombia, donde trabaja desde hace varios años como Profesor- Investigador en los temas relacionados con Cadenas de Suministro, Flujos de información en Logística, Gerencia de Proyectos y Competitividad en Instituciones de Educación Superior. Ha trabajado también en el sector salud y financiero de su país y como asesora en varias empresas. Doctorado y Master en Logística Integral en la Universidad Pontificia Comillas de Madrid, España. También tiene especializaciones en Integración al Sistema Internacional y en Sistemas Gerenciales de Ingeniería (Gerencia de Proyectos) de la PUJ.

## AUTORES

Adriana Macías Espinales  
Andy Castillo Palma  
Brenda Bravo Díaz  
Cinthya Pamela Álvarez Moreira  
Dolores Muñoz Verduga  
Edwin Rene Guamán Quinche  
Elsa Patricia Vera Burgos  
Fabricio Verduga Urdánigo  
Fernando Moreira Moreira  
Gustavo Gabriel Molina Garzón  
Kléver Alfredo Delgado Reyes  
Javier López Zambrano  
Joffre Moreira Pico  
Joffre Edgardo Panchana Flores  
John Cevallos Macías  
Johnny Javier Larrea Plúa  
Jorge Aníbal Moya Delgado  
Jorge Iván Pincay Ponce  
Jorge Sergio Herrera Tapia  
José Antonio Bazurto Roldán  
Joselin Sebastiana Loor Vaca  
Juan Pablo Gutiérrez Sánchez  
María Dolores Párraga Ríos  
Marlon Navia Mendoza  
Oscar Armando González López  
Pablo España Bravo  
Pedro Alcívar Marcillo  
Quinche Noemí Solórzano Vera  
Ricardo Antonio Vélez Valarezo  
Robert Wilfrido Moreira Centeno  
Ronaldo Raynier Ayala Zambrano  
Vilka Chóez Ramírez  
Viviana Katuska García Macías  
Walter García Vélez  
Winther Abel Molina Loor

## CONTENIDO

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>11</b>
----------------------	-----------

### CAPÍTULO 1

<b>Clustering de trabajos de titulación en la carrera de computación, a través de los algoritmos: jerárquico PAM y DBSCAN</b> .....	<b>13</b>
---	-----------

Juan Pablo Gutiérrez Sánchez  
María Dolores Párraga Ríos  
Quínche Noemí Solórzano Vera  
Ricardo Antonio Vélez Valarezo

### CAPÍTULO 2

<b>Evaluación formativa universitaria, utilizando la herramienta Socrative, con principios de gamificación</b> .....	<b>24</b>
--	-----------

Adriana Macías Espinales  
Vilka Chóez Ramírez  
Walter García Vélez

### CAPÍTULO 3

<b>Interculturalidad mesocurricular de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en una universidad pública del Ecuador</b> .....	<b>38</b>
---	-----------

Kléver Alfredo Delgado Reyes  
Jorge Iván Pincay Ponce  
Jorge Sergio Herrera Tapia

### CAPÍTULO 4

<b>Análisis de desempeño en velocidad de transacciones de gestores de bases de datos relacionales</b> .....	<b>51</b>
---	-----------

Robert Wilfrido Moreira Centeno  
Oscar Armando González López  
Edwin Rene Guamán Quínche

### CAPÍTULO 5

<b>Diagnóstico a los proyectos informáticos utilizando la metodología de diseño de proyectos de la Universidad Politécnica de Cataluña</b> .....	<b>59</b>
--	-----------

José Antonio Bazurto Roldán  
Brenda Bravo Díaz  
Johnny Javier Larrea Plúa

## CAPÍTULO 6

<b>Sistema automatizado de medición de rayos ultravioleta basado en Internet de las Cosas.....</b>	<b>73</b>
--	-----------

Fabrizio Verduga Urdánigo  
John Cevallos Macías

## CAPÍTULO 7

<b>Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas .....</b>	<b>88</b>
---	-----------

Andy Castillo Palma  
Pablo España Bravo  
Jorge Herrera Tapia

## CAPÍTULO 8

<b>Servicios Web (Web Service) para microempresas, utilizando modelos de minería de datos ..</b>	<b>102</b>
--	------------

John Cevallos Macías  
Fabrizio Verduga Urdánigo  
Jorge Aníbal Moya Delgado

## CAPÍTULO 9

<b>GRCsensing - Arquitectura Servidora para la gestión de soluciones basadas en CrowdSensing.....</b>	<b>120</b>
---	------------

Elsa Patricia Vera Burgos  
Joffre Edgardo Panchana Flores  
Winther Abel Molina Loor

## CAPÍTULO 10

<b>Asociación de trabajos de titulación en las carreras de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, a través de los Métodos de Agrupamiento (Clustering).....</b>	<b>132</b>
---	------------

Joselin Sebastiana Loor Vaca  
Cinthya Pamela Álvarez Moreira  
Ronaldo Raynier Ayala Zambrano  
Gustavo Gabriel Molina Garzón



### **CAPÍTULO 11**

<b>Redes definidas por software y sus diferencias con las redes tradicionales en la capa de enlace de datos .....</b>	<b>143</b>
---	------------

Pedro Alcívar Marcillo  
Marlon Navia Mendoza

### **CAPÍTULO 12**

<b>Comparativa de Algoritmos-EDM utilizados en la predicción del rendimiento académico....</b>	<b>155</b>
--	------------

Javier López Zambrano  
Joffre Moreira Pico  
Fernando Moreira Moreira

### **CAPÍTULO 13**

<b>Seguridad informática y sistemas de administración basada en ISO/IEC 27001 en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.....</b>	<b>165</b>
--	------------

José Antonio Bazurto Roldán  
Viviana Katuska García Macías  
Denise Soraya Vera Navarrete

### **CAPÍTULO 14**

<b>Desarrollo de software aplicando Metodologías Ágiles.....</b>	<b>178</b>
--	------------

César Eduardo Cedeño Cedeño  
Edison Ernesto Almeida  
Viviana Katuska García Macías

### **CAPÍTULO 15**

<b>Instrumento de investigación para el diagnóstico en la gestión de seguridad de la información, basado en la Norma ISO/IEC 27001.....</b>	<b>193</b>
---	------------

José Antonio Bazurto Roldán  
Viviana Katuska García Macías  
Dolores Muñoz Verduga

---

# PRÓLOGO

---

## PRÓLOGO

La Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López en coordinación con el Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador y la Empresa Pública de Producción y Desarrollo Estratégico, convocaron a todos los profesionales y estudiantes de Ingeniería en Sistemas, Informática y carreras afines a nivel nacional e internacional a participar en el II Congreso Internacional de Tecnología de Información y Computación, que se desarrolló los días 29, 30 y 31 de octubre de 2018.

Para cumplir su meta, ha editado el libro Dossier Informático, CITIC 2018: Nuevos retos en las Tecnologías de la Información y Computación, un compilado de análisis de los diferentes campos en los que en la actualidad incide la Tecnología de la Información.

Cabe destacar además la participación de distinguidos y honorables investigadores de diferentes latitudes tales como Chile, Brasil, Colombia, Paraguay, Estados Unidos y Ecuador como país anfitrión, los cuales honraron con su presencia y con sus contribuciones plasmadas en la temática que ocupa este libro: *Tendencias en el uso de tics (tecnologías de información y Comunicaciones) en cadenas de suministro, Meta-heurísticas en bioinformática estructural -predicción de la Estructura proteica y acoplamiento molecular, Uso de neuroevolución para la clasificación y selección de Características en datos de microarreglos, ¿biología + informática = bioinformática?, Enfoques computacionales multiobjetivo para desarrollar soluciones robustas, Desarrollo de software aplicado por las reconocidas casas de software en base a normas sdlc y casos de la vida real*, entre otros.

Los artículos presentados en este Dossier, son los resultados parciales o totales de investigaciones en las que se encuentran trabajando sus autores.

Nuestro agradecimiento imperecedero por la valiosa participación de cada uno de los asistentes al Congreso, de cada uno de los ponentes, de los Conferencistas, de los dictaminadores y de todos aquellos que de alguna u otra forma integran estas Memorias; del mismo modo expresamos nuestra gratitud a las Autoridades de las Universidades organizadoras así como al personal docente y administrativo, y los estudiantes de las carreras de ambas universidades.

*Dra. Dolores Muñoz  
Decana de la FACCI ULEAM*

# 1

Clustering de trabajos de titulación en la carrera de computación, a través de los algoritmos: jerárquico PAM y DBSCAN.

*Juan Pablo Gutiérrez Sánchez  
María Dolores Párraga Ríos  
Quinche Noemí Solórzano Vera  
Ricardo Antonio Vélez Valarezo*

## **Clustering de trabajos de titulación en la carrera de Computación, a través de los algoritmos: Jerárquico PAM y DBSCAN.**

**Juan Pablo Gutiérrez Sánchez**

Juan\_g94@outlook.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López (ESPAM MFL)

**María Dolores Párraga Ríos**

maryparraga25@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

Manuel Félix López (ESPAM MFL)

**Quinche Noemí Solórzano Vera**

noemisolorzano1991@gmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de

Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL)

**Ricardo Antonio Vélez Valarezo**

ryck78@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de

Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL)

### **Resumen**

El Clustering es el proceso de concentración de datos en clases de tal forma que los objetos de un grupo tengan una similitud alta entre ellos y baja con objetos de otros grupos. El propósito de este estudio radicó en generar grupos de los trabajos de titulación de la carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL) entre 2013-2016. Los trabajos de titulación fueron obtenidos del repositorio institucional, de ellos se obtuvo únicamente el texto disponible en el planteamiento y formulación del problema. Tal información fue pre-procesada para suprimir signos de puntuación, espacios y conectores (palabras) que no presentan capacidad discriminatoria. Luego, se determinaron similitudes entre los documentos utilizando las métricas de distancia Euclídea y Coseno. A partir de las similitudes se utilizaron y evaluaron los algoritmos de agrupamiento: Jerárquico, PAM y DBSCAN. Finalmente, se midió la calidad de las soluciones de Clustering usando índices de validación. Los resultados evidencian que el mejor algoritmo de agrupamiento es PAM, identificando dos grupos. Los grupos generados, pueden ser utilizados por las autoridades de la carrera para determinar si los trabajos de titulación están siendo correctamente orientados a cada una de las líneas de investigación definidas por la carrera, o si están enfocados a una línea diferente.

**Palabras claves:** Escuela Superior, Trabajos de titulación, Tesis, Líneas de investigación, Agrupamiento por peticiones, Agrupamiento por densidad.

### **Abstract**

Clustering is the process of grouping data into classes in such a way that the objects of a group have a high similarity between them, and low with objects of other groups. The purpose of this study was to generate groups of the titles of the Computing career of the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL) between 2013-2016. The titling work was obtained from the institutional repository, from they only obtained the text available in the approach and formulation of the problem. Such information was pre-processed to suppress punctuation marks,

spaces and connectors (words) that do not present discriminatory capacity. Then, similarities between the documents were determined using the Euclidean and Cosine distance metrics. From the similarities, the grouping algorithms were used and evaluated: Hierarchical, PAM and DBSCAN. Finally, the quality of the clustering solutions was measured using validation indices. The results show that the best clustering algorithm is PAM, identifying two groups. The groups generated can be used by the career authorities to determine if the degree works are being correctly oriented to each of the research lines defined by the career, or if they are focused on a different line.

**Keywords:** Higher School, Degree works, Thesis, Research lines, Grouping by petitions, Grouping by density.

### Introducción

La Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), fue creada en el año de 1999, está ubicada en la provincia de Manabí, cantón Bolívar, Sito El Limón. La institución tiene 19 años de trayectoria como institución educativa, iniciándose con cuatro carreras diurnas que son: Agrícola, Medicina Veterinaria, Ingeniería Ambiental y Agroindustrias. En la actualidad, cuenta con cuatro carreras (nocturnas) y son: Turismo, Computación y Administración de Empresas Públicas y Administración de Empresas (Mendoza y Párraga, 2017, p. 6.). La Carrera de Computación se inició como Carrera de Informática en el año 2003, con la finalidad de brindar una profesión que permita estar a la par con los avances de la ciencia y la tecnología. Esta carrera tiene definida dos líneas de investigación correspondiente a: aplicaciones informáticas y soluciones de hardware. Son los dos tribunales que los estudiantes pueden escoger para realizar su trabajo de titulación, de los cuales en promedio se realizan entre 6-12 por año. Para cumplir con el encargo social las carreras de la ESPAM MFL, deben lograr que sus estudiantes realicen sus trabajos de graduación enmarcados en las líneas de investigación planteadas, sin embargo, no se tienen datos del cumplimiento de esto, lo que origina desconocimiento, lo cual impide a su vez tomar acciones correctivas.

El análisis de agrupamiento o Clustering es una técnica conocida como análisis de conglomerados, taxonomía numérica o reconocimiento de patrones, utilizada para resolver problemas de clasificación. Su objetivo consiste en organizar objetos en grupos de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo grupo, sean similares entre sí y diferentes de los objetos de otros grupos (Corso et al, 2014, p. 169). Los métodos de agrupamiento han sido ampliamente utilizados en variadas aplicaciones de análisis de texto (Torres, 2015, p. 21). Un estudio enfocado en algoritmos de Clustering y aprendizaje automático aplicados a Twitter así lo demostró, observando los términos más frecuentes, lograron obtener cierta información sobre lo que se habla en twitter al respecto de la empresa (Blanco-Hermida, 2016, p. 51).

Otra investigación similar, se realizó con la finalidad de utilizar técnicas de Clustering para explorar y extraer patrones de twitter durante el mundial de fútbol del año 2014 en Brasil, en el que se obtuvieron grupos con las palabras más utilizadas por las personas en esta red social, entre ellos, “brazil”, “falcao” y “fifa” (Kauffman y Larrañaga, 2017, p 28). Un par de trabajos adicionales cabe mencionar, son los siguientes: El primero consiste en clasificar proyectos de grado en la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este (FPUNE), por contenido, aplicando métodos de minería de texto, en el que se lograron clasificar 23 áreas de estudio, los proyectos de grado con el 92 % de agrupaciones correctas (Delgado y Bobadilla, 2016). La contribución del segundo trabajo, consiste en aplicar técnicas de Clustering a la serie temporal de los precios de la energía en el mercado eléctrico, realizando una agrupación inicial con los elementos para posteriormente, ser capaces de predecir cómo evolucionará la curva de los precios en días posteriores (Martínez et al, 2007).

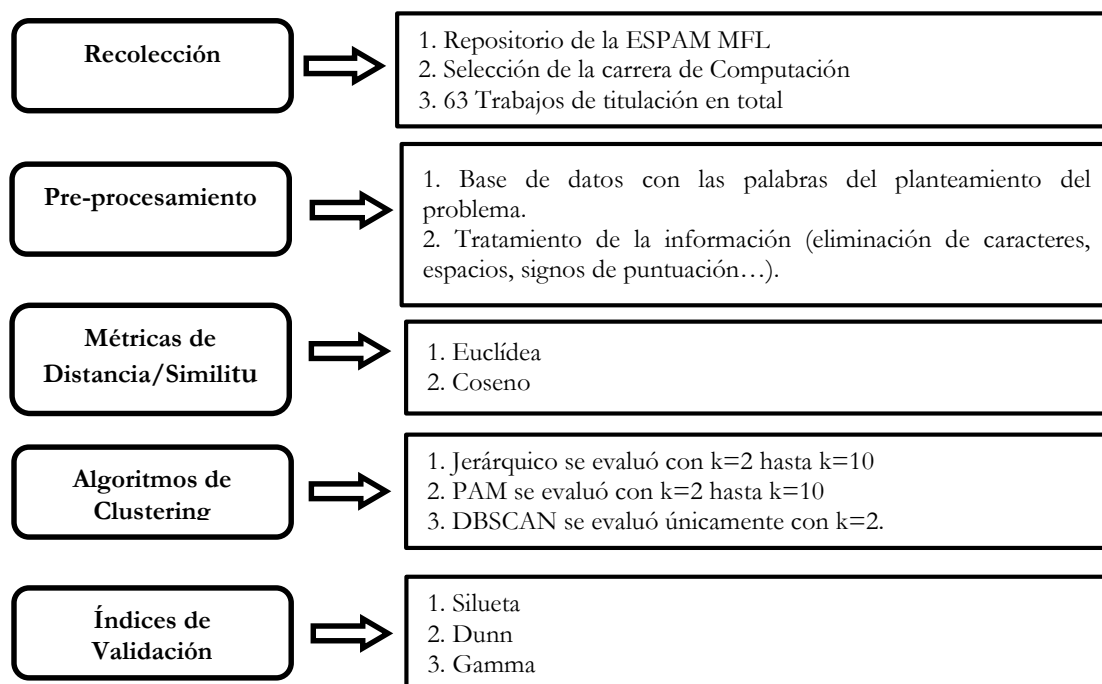
Con base en los estudios anteriores, a través de esta investigación se pretende determinar grupos de los trabajos de titulación y su correspondencia a las líneas de investigación de la carrera utilizando algoritmos de Clustering. A partir de esta información se puede inferir, por ejemplo, si los tutores participan en trabajos de titulación de las dos líneas de investigación. Además, establecer en qué cantones de la provincia de Manabí, se han realizados más trabajos de titulación o verificar la línea de investigación más seleccionada de acuerdo con el género del estudiante.

### Importancia del problema

Los trabajos de titulación que se realizan en las carreras de la ESPAM MFL, tienen como propósito fomentar la investigación formativa en los estudiantes, las mismas que se encaminan a las líneas de investigación de las diferentes áreas de estudio y que a su vez se vinculan con la comunidad y el sector productivo. En el caso de la carrera de Computación, tiene definida dos líneas de investigación: aplicaciones informáticas y soluciones de hardware. La importancia de estudio radica en verificar, a través del reconocimiento de patrones, si los trabajos de titulación han sido asignados a la línea de investigación adecuada en términos de sus similitudes. Los grupos generados, pueden ser utilizados por las autoridades de la carrera para determinar si los trabajos de titulación están siendo correctamente orientados a cada una de las líneas de investigación definidas, o si están enfocados a una línea diferente.

### Metodología

La metodología aplicada en esta investigación, se resume en el siguiente esquema conceptual que comprende 5 pasos: recolección, pre-procesamiento, métricas de distancia/similitud, algoritmos de Clustering y los índices de validación.



*Figura 1.*

Esquema conceptual con 5 los pasos a realizar en el proceso de Clustering de los trabajos de titulación.

## Recolección

Para la recolección de datos, se utilizaron los trabajos de titulación disponibles en el repositorio de la ESPAM MFL (<http://repositorio.espam.edu.ec>), donde se extrajeron los documentos correspondientes a la Carrera de Computación entre los años 2013-2016. Consecutivamente, se realizó el pre-procesamiento de tales documentos que consistían en sustraer el planteamiento y formulación del problema, información que fue colocada en un documento de texto y guardados con el año y el número para su identificación en el conjunto de datos. Mediante el software RStudio, se procedió a realizar el tratamiento de la información para suprimir signos de puntuación, espacios y conectores (palabras), que no presentan capacidad discriminatoria para la investigación, por ejemplo, las palabras: además, entonces, el, la, entre otros.

## Métricas de distancia/similitud

Una vez realizado el pre-procesamiento de los datos, se seleccionaron las métricas de distancia/similitud, para determinar el grado de similitud entre los trabajos de titulación. En el análisis de grupo, el significado de similitud suele tomarse como el nivel de proximidad entre elementos y los casos del conjunto de datos más cercanos se consideran más similares. Así, las medidas de similitud son las encargadas de reconocer como semejantes o diferentes los objetos que serán agrupados (Schiatti, 2017, p. 15). Cabe mencionar que existen múltiples métricas de distancia para evaluar la similitud entre objetos, pero en esta investigación se escogió la distancia euclidiana, debido a que es la más utilizada en minería de datos (Ilustración 1) (Solórzano, 2016, p. 21). Y la distancia coseno, utilizada para saber la semejanza que hay entre documentos (ilustración 2) (Blanco-Hermida, 2016, p. 19).

$$\text{Cos}(P, N) = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i \times N_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n P_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n N_i^2}} \quad d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

*Ilustración 1.* Ecuación de similitud del Coseno

*Ilustración 2.* Ecuación de la distancia Euclídea

## Algoritmos de Clustering

A partir de las distancias, se emplearon tres algoritmos de Clustering para identificar los grupos de los trabajos de titulación. El primero en aplicarse, es el jerárquico a través del enlace completo; en él se muestra las agrupaciones sucesivas de los trabajos de titulación mediante un dendrograma (árbol) a diferentes niveles (Kauffman y Larrañaga, 2017, p. 11). El segundo, es el algoritmo particional PAM (Partitioning Around Medoids), divide los objetos en un número de grupos pre especificado y luego, mueven los objetos de un grupo a otro según se optimice alguna función objetivo (Pascual et al, 2007, p. 165). El tercero, es un algoritmo basado en densidad llamado DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), este comienza seleccionando un punto  $t$  arbitrario, si  $t$  es un punto central, se empieza a construir un clúster alrededor de él, tratando de descubrir componentes denso-conectadas; si no, se visita otro objeto del conjunto de datos. Tiene la ventaja que descubre clúster de formas arbitrarias, trata el ruido, es de una sola pasada y genera automáticamente el número de clúster (González, 2010, p. 53).

## Índices de validación.

Luego de aplicar los algoritmos de agrupamiento pertinente, corresponde evaluar la calidad de sus resultados, esto se lo realiza mediante los índices de validación. El coeficiente de silueta (silhouette) es uno de ellos, este mide cuan buena es la asignación de un elemento o dato a su clúster. Para esto compara las distancias de este elemento respecto a todos los demás elementos del clúster al que



pertenece, contra las distancias respecto a los clúster vecinos. Típicamente el coeficiente esta entre -1 y 1. Mientras más cercano a 1 este es mejor. Si es negativo, representa una mala agrupación (Ochoa et al, 2017).

Otro índice es el índice de Dunn, esta técnica interna que consiste en verificar que los conjuntos de grupos sean compactos y bien separados. Un valor más alto del índice de Dunn, indica un mejor rendimiento del algoritmo de agrupamiento. Por lo tanto, este índice sirve para encontrar en número óptimo de clústeres en un conjunto de datos (Ilustración 3) (Bokan et al. 2011, p. 4). Otra estrategia para medir la validez de la solución que ofrece el número de clústeres, es el índice Gamma, este realiza comparaciones entre todas las diferencias dentro del clúster y todas las disimilaridades entre grupos. Una comparación se considera concordante [s (+)] y descorcondante cuando [s (-)], el valor máximo del índice se toma para representar la cantidad correcta de clústeres (ilustración 4)(Charrad et al, 2014, p. 7).

$$DI = \frac{\min_{1 \leq i \leq ne} \left\{ \min_{1 \leq j \leq ne} \{dist(x_i, x_j)\} \right\}}{\max_{1 \leq k \leq ne} \{diam(x_k)\}}$$

**Ilustración 3.** Ecuación del Índice de Dunn

$$Gamma = \frac{s(+)-s(-)}{s(+)+s(-)}$$

**Ilustración 4.** Ecuación de Gamma

### Resultados y Discusión

En esta investigación se realizó un estudio comparativo de técnicas no supervisadas para formar grupos con trabajos de titulación, utilizando algoritmos de agrupamiento: Jerárquico, PAM y DBSCAN. Empleando dos métricas de distancia: Euclídea y Coseno, cuyos resultados fueron evaluados a través métricas de validación de cluster: Silueta, Dunn y Gamma.

De la carrera de Computación entre los años 2013-2016, se consiguieron un total de 63 trabajos de titulación de los cuales 32 estaban orientados a soluciones de hardware y 31, orientados a aplicaciones de sistemas informáticos. La línea de investigación seleccionada para realizar los trabajos de titulación por parte de los estudiantes, influye considerablemente; en el caso de los hombres, el 56% realizó su trabajo en la línea de soluciones de hardware y un 44% en la línea de aplicaciones informáticas. En el caso de las mujeres la tendencia cambia, el 63% de ellas realizaron su trabajo de titulación en aplicaciones informáticas y un 37% en soluciones de hardware. De la misma manera se determinó que el cantón en el que más se han realizados trabajos de titulación es Bolívar, seguido del cantón Chone.

Asimismo, se precisó la intervención de los tutores que participan en trabajos de titulación de las dos líneas de investigación. En primera instancia, cuando los estudiantes van a realizar sus trabajos de titulación se les asigna un tutor, que es la persona quien va a guiar la investigación. Al evaluar todos los trabajos de titulación que dirigió por ejemplo el Ing. Fernando Moreira, se constató que él participo en las dos líneas de investigación.

Para llevar a cabo el análisis de Clustering, se requirió realizar el pre-procesamiento del texto, del cual se obtuvo una nube con la frecuencia de las palabras correspondientes a los trabajos de titulación representadas en el gráfico 1, donde las palabras con más frecuencia son: procesos, control, y sistemas.



**Gráfico 1.**

Frecuencia de palabras en los trabajos de titulación

**Fuente:** Autores, 2018.

Una vez obtenidos todos los grupos, se aplicaron las métricas de validación de clúster, cuyos resultados se detallan en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5. Se realizó la evaluación para los tres algoritmos empleando cada una de los índices de validación de agrupamiento, utilizando desde  $k=2$  hasta  $k=10$ . De estos valores se obtuvo el máximo, el mínimo, el promedio y la desviación estándar. Con la finalidad de determinar cuál de los tres algoritmos obtiene mejores resultados, al agrupar los trabajos de titulación.

**Tabla 1.**

Resultados de evaluar al Clustering Jerárquico con la distancia Euclídea

	Silueta	Dunn	Gamma
Máximo	0,13	0,53	0,24
Mínimo	0,04	0,41	0,11
Promedio	0,07	0,49	0,19
Des. Estándar	0,0356	0,0358	0,03

**Fuente:** Autores, 2018.

**Tabla 2.**

Resultados de evaluar al Clustering Jerárquico con la distancia Coseno

	Silueta	Dunn	Gamma
Máximo	0,14	0,45	0,46
Mínimo	0,1	0,29	0,27
Promedio	0,11	0,36	0,37
Des. Estándar	0,0120	0,0408	0,06

**Fuente:** Autores, 2018.

**Tabla 3.**

Resultados de evaluar al algoritmo PAM con la distancia Euclídea

	Silueta	Dunn	Gamma
Máximo	0,14	0,49	0,48
Mínimo	0,03	0,4	0,07
Promedio	0,064	0,46	0,36
Des. Estándar	0,0369	0,0301	0,11

**Fuente:** Autores, 2018.

**Tabla 4.**

Resultados de evaluar al algoritmo PAM con la distancia Coseno

	Silueta	Dunn	Gamma
Máximo	0,11	0,54	0,18
Mínimo	0,07	0,4	0,1
Promedio	0,08	0,46	0,16
Des. Estándar	0,0125	0,0634	0,02

**Fuente:** Autores, 2018.

**Tabla 5.**

Resultados de evaluar al algoritmo DBSCAN

DBSCAN - EUCLÍDEA	
Silueta	0,02
Dunn	0,61
Gamma	0,39

**Fuente:** Autores, 2018.

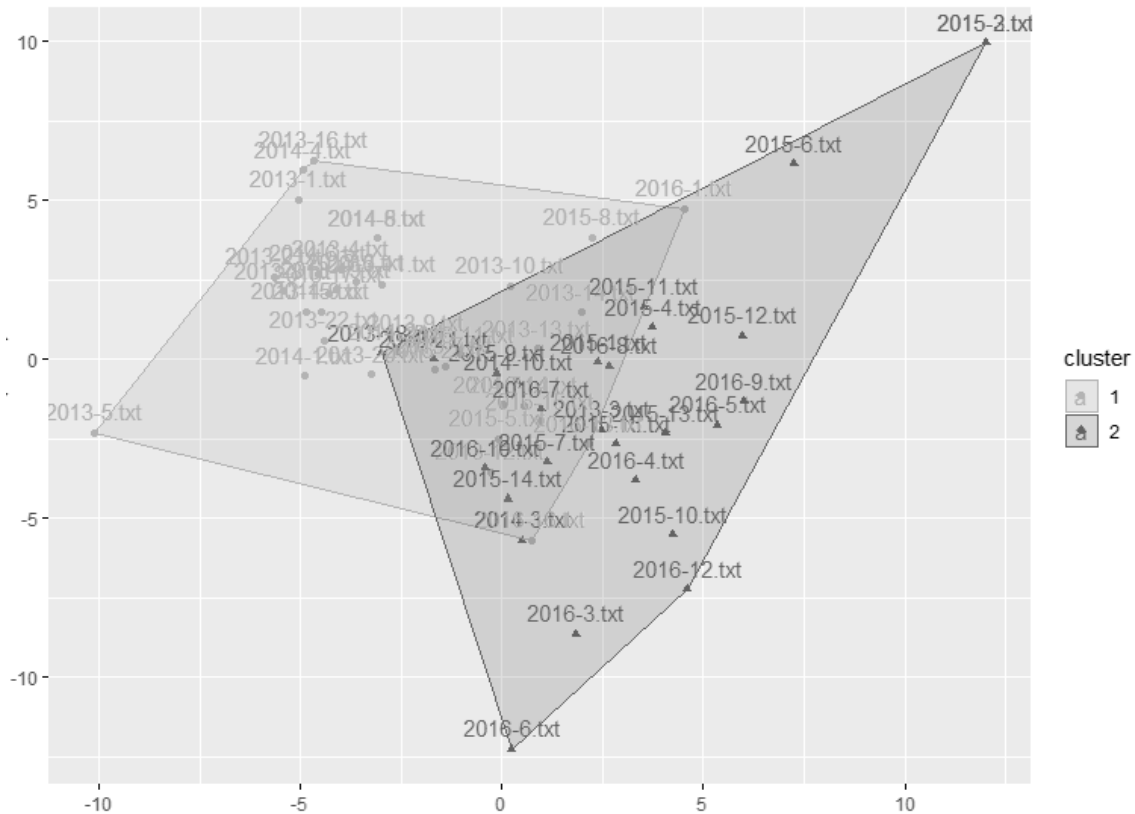
**Tabla 6.**

Resultados de evaluar al algoritmo DBSCAN

DBSCAN – COSENO	
Silueta	-02
Dunn	0,48
Gamma	0,36

**Fuente:** Autores, 2018.

Mediante la comparación de los resultados, se determinó que dos de los índices de validación: Silueta y Gamma, proporcionan mejores resultados en el algoritmo PAM con la distancia Euclídea con  $k=2$ , gráfico 3. Estos dos índices de validación, determinan cuál de los algoritmos es mejor mediante el valor máximo resultante de cada una de las iteraciones.



**Gráfico 3.**

Mejor Agrupación de trabajo de Titulación: Algoritmo PAM con la distancia Euclídea con  $k=2$ . El valor de la Silueta=0,14 y Gamma= 0,48.

**Fuente:** Autores, 2018.

Los resultados obtenidos de los tres algoritmos de agrupamiento muestran dos grupos, que debido a su similitud, deberían corresponder a las dos líneas de investigación. Al analizar cada uno de los trabajos de titulación, se observó que existen 32 orientados a soluciones de hardware y 31 orientados a aplicaciones de sistemas informáticos. De acuerdo a la partición del algoritmo PAM, se observa que en un grupo existen 41 trabajos de titulación y en el otro grupo existen 22 de ambas líneas.

Para verificar el agrupamiento realizado con PAM, se creó un archivo con todos los trabajos de titulación y su línea de investigación correspondiente, donde se comprobó, que el grupo de color celeste hace referencia a la línea de soluciones de hardware, de los cuales el 56.25% de los trabajos de titulación concuerda con la línea de investigación definida, mientras que un 43.75% no se encuentran asignados de forma correcta. Con respecto al grupo rosado, hace referencia a la línea de aplicaciones informáticas, de los cuales el 61.29% de los trabajos de titulación concuerda con la línea de investigación definida. Mientras que un 38.70% no se encuentran asignados de forma correcta.

En general, el 58.73% (37) de los trabajos de titulación, corresponden a la línea de investigación descrita en el trabajo, sin embargo, del 41.27% (26) restante, no se puede decir lo mismo de acuerdo a los resultados obtenidos en el algoritmo PAM y del archivo con las tesis y su línea de investigación respectiva. Una de las causas por la que ocurre este evento puede ser, la asignación de los tutores guías, dado a que ellos participan en trabajos de titulación de las dos líneas de investigación.

### Conclusión

De la carrera de computación se sustrajeron 63 trabajos de titulación, de los cuales 32 estaban orientados a soluciones de hardware y 31 orientados a aplicaciones de sistemas informáticos. A partir de esto, se obtuvo la base de datos, permitiendo dar paso a la utilización de las métricas de distancia Euclídea y Coseno. Con la aplicación de los algoritmos de Clustering: Jerárquico, PAM y DBSCAN, se formaron 2 grupos de trabajos de titulación a partir de las similitudes presentadas en el planteamiento del problema. Mediante los índices de validación, se obtuvo que el mejor agrupamiento lo realizara la configuración del algoritmo PAM con la distancia Euclídea. Con base a los resultados obtenidos con el algoritmo PAM-Euclídea, se determinó que existen 37 trabajos de titulación asignados de forma correcta, sin embargo 26 trabajos de titulación no están asignados a la línea de investigación descrita.

### Agradecimiento

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la Carrera de Computación.

Al Grupo de Investigación SISCOM por haber hecho posible la presentación de este trabajo.

A Jorge A. Párraga Álava, por ayudarnos en las incertidumbres que se nos presentaron en el transcurso de esta investigación.

### Referencias

- Blanco-Hermida E. (2016). *Algoritmos de clustering y aprendizaje automático aplicados a Twitter*. Tesis. Trabajo Final de Grado. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Bokan et al. (2011). *Validación de Cluster usando IEKA y SL-SOM*. Universidad Católica San Pablo, p. 4.
- Charrad et al, (2014). NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. *Journal of Statistical Software*. Vol. 61, p. 7.
- Corso et al, (2014). *Minería de Datos aplicada a la detección de factores para la prevención de incidentes informáticos. WICC 2014 XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. Universidad Tecnológica Nacional. p. 169.
- Delgado L; Bobadilla B. (2016). *Minería de Texto. Aplicación a la clasificación de proyectos de trabajos finales de grado de la FPUNE*. Facultad Politécnica, Universidad Nacional del Este. Ciudad del Este, Paraguay.
- González D. (2010). *Algoritmos de agrupamiento basados en densidad y validación de clusters*. Tesis Doctoral. Universitat Jaume I.
- Kauffman F; Larrañaga F. (2017). *Estudio de menciones a personalidades públicas basado en clustering aplicado a tweets*. Proyecto de grado. Uruguay, Montevideo, p. 28.
- Martínez et al. (2007). *Aplicación de técnicas de Clustering a la serie temporal de los precios de la energía en el mercado eléctrico*.
- Mendoza M, Párraga M. (2017). *Sistema de información web sobre las características socioeconómicas del alumnado de la ESPAM MFL como apoyo a la toma de decisiones*. Tesis. Ing. Informática. ESPAM MFL. Calceta-Manabí, EC. p 6.

Ochoa et al. (2017). *Estudio comparativo de técnicas no supervisadas de minería de datos para segmentación de alumnos*. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Global Partnerships for Development and Engineering Education”, 19-21 July 2017, Boca Raton FL, United States.

Pascual et al, (2007). *Algoritmos de agrupamiento. Métodos informáticos avanzados*.

Schiatti I. (2017). *Estudio comparativo de diferentes algoritmos de Clustering para la estimación de grupos de evaluados que comparten debilidades. Conceptuales similares*. Tesis.

Solórzano E. (2016). *Identificación y caracterización de patrones climáticos en la ciudad de Manizales, usando técnicas de series de tiempo y de conglomerados*. Tesis. Magíster en Ciencias – Matemática Aplicada. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia, p. 21.

Torres N, (2015). *Sistemas de recomendación basados en métodos de filtrado colaborativo*. Tesis. Ing. Civil Informático. Universidad Técnica Federico Santa María. Santiago, Chile, p. 21.

# 2

Evaluación formativa universitaria,  
utilizando la herramienta Socrative,  
con principios de gamificación.

*Adriana Macías Espinales*

*Vilka Chóez Ramírez*

*Walter García Vélez*

## **Evaluación formativa universitaria, utilizando la herramienta Socrative, con principios de gamificación.**

**Adriana Macías Espinales**

adriana.macias@uleam.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Vilka Chóez Ramírez**

vilka.choez@uleam.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Walter Garcia Velez**

walter.garcia@live.uleam.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

La incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) exige al docente actualizar las herramientas empleadas para la evaluación formativa, de manera que evaluar, medir y documentar los resultados y los progresos del aprendizaje ocurran de forma sistemática, continua, automática y en tiempo real. Un ejemplo de este tipo de herramienta es la aplicación Socrative. En este marco, el objetivo de la investigación consiste en comparar la adquisición del conocimiento en estudiantes que utilizan y los que no utilizan Socrative bajo los mismos instrumentos de evaluación (prueba individual y grupal). Con respecto a la metodología. Se trató de una investigación correlacional con enfoque Mixto que empleó el método teórico hipotético deductivo y un diseño comparativo con posprueba y grupo control. En la experiencia participaron 36 estudiantes del noveno semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, periodo 2018(1). Los resultados confirmaron una variación en la adquisición del conocimiento (prueba individual GC: 6.83; GE: 8.71; prueba grupal GC: 6.89; GE: 8.94). Al emplear Socrative como herramienta para la evaluación formativa universitaria, con las modalidades Quiz y Space Race, se mejora la adquisición del conocimiento y se ofrece un entorno de evaluación lúdico.

**Palabras claves:** Tecnología, Educación, Conocimiento, Lúdico, Satisfacción, Socrative.

### **Abstract**

The incorporation of Information and Communication Technologies (ICT) requires the teacher to update the tools used for formative evaluation, so that evaluation, measurement and documentation of the results and learning progress occur systematically, continuously, automatically and in real time. An example of this type of tool is the Socrative application. In this framework, the objective of the research is to compare the acquisition of knowledge in students who use and those who do not use Socrative under the same assessment instruments (individual and group test). With respect to the methodology. It was a correlational investigation with a Mixed approach that used the hypothetical deductive theoretical method and a comparative design with posttest and control group. 36 students from the ninth semester of the Systems Engineering course at the Laica Eloy Alfaro de Manabí University participated in the experience, 2018 (1). The results confirmed a variation in the acquisition of knowledge (individual test GC: 6.83, GE: 8.71, group test GC: 6.89, GE: 8.94). By using Socrative as a tool for university formative assessment, with the Quiz and Space Race modalities, the acquisition of knowledge is improved and a playful evaluation environment is offered.

**Keywords:** Technology, Education, Knowledge, Playfulness, Satisfaction, Socrative.



## Introducción

En el Foro Mundial sobre la Educación celebrado en mayo del 2015, los Estados Miembros de la UNESCO y principales organizaciones internacionales, aprobaron la Declaración de Incheon misma que promulga una nueva visión de la Educación para los próximos 15 años, resumida en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: “Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos”(UNESCO, 2016, p. 1). En este marco, resulta imprescindible comprender que lograr una Educación de calidad para todos y mejorar los resultados de aprendizaje, requiere fortalecer los insumos, los procesos y la evaluación de los resultados y los mecanismos para medir los progresos. De ahí que la evaluación del aprendizaje más allá de ser un proceso permanente para asignar una calificación o determinar el grado de las habilidades y capacidades adquiridas por un estudiante, debe ser concebida como el medio para mejorar y apoyar las oportunidades de aprendizaje para todos.

El propósito de toda evaluación distingue tres elementos: rendición de cuentas, evaluación sumativa y evaluación formativa. Este trabajo se concentra en la evaluación formativa, interpretada como el conjunto de métodos aplicados por el docente para determinar qué contenidos son los que un estudiante o grupo de estudiantes dominan o no dominan, a fin de enmendar los vacíos. Los trabajos de Fraile, López, Castejón, & Romero (2013), Martínez, Santos, & Castejón, (2017) y Romero-Martín, Fraile-Aranda, López-Pastor, & Castejón-Oliva (2014) aportan evidencias que indican que el uso de la evaluación formativa en Educación Superior mejora la capacidad autocrítica y el rendimiento académico del alumnado, permite corregir los errores, aumentar la motivación, implicación y satisfacción del alumnado, así como desarrollar la responsabilidad, autonomía y la comunicación del alumnado. No obstante, en la práctica, la evaluación del aprendizaje es un sistema complejo (Muskin, 2015) que enfrenta varios obstáculos (Li et al., 2016), por ejemplo, el tiempo requerido para desarrollar y calificar un instrumento y la forma de dar feedback (Evans, 2013).

Entonces, ¿cómo evaluar, medir y documentar los resultados y los progresos del aprendizaje de forma sistemática, continua y en tiempo real? Sin duda las TIC representan un valioso recurso para lograrlo y hacer de la evaluación formativa un proceso flexible, capaz de adaptarse al contexto y a las necesidades del profesor y del alumnado (Romero-Martí, Castejón, López, & Fraile, 2017). Kahoot, Plickers, Socrative y Blicher, tan solo representan una muestra de la variedad de herramientas que ofrece la Web para automatizar el proceso de la evaluación formativa (construcción de la prueba o instrumento, aplicación, procesamiento y análisis) y que bien pueden ser adaptadas en la Educación Superior (Pérez, Hortigüela, Herrán, & Hernando, 2018).

El análisis precedente, pone de manifiesto el problema de la investigación que demanda utilizar la herramienta Socrative en la evaluación formativa. Esta herramienta, tal como se describe en su sitio web oficial (<https://www.socrative.com/>) es una aplicación que permite al docente lanzar preguntas, encuestas, concursos, juegos, entre otros, a los que el estudiante puede responder en tiempo real desde sus dispositivos (computadoras, laptops, tabletas y teléfonos). Ofrece dos entornos virtuales, *Teacher Login* desde donde el docente administra las pruebas/cuestionarios y, *Student Login* desde donde el estudiante accede a las pruebas/cuestionarios para resolverlas mediante un “Room Name o Nombre de la habitación” proporcionado por el docente (Socrative, 2018).

Con respecto a los tipos de pruebas/cuestionarios, Socrative ofrece tres opciones 1) *Quiz o cuestionario estándar*, permite someter al alumno a un conjunto de preguntas previamente planificadas, con la opción de ser contestadas al ritmo del docente o estudiante, en esta modalidad la obligatoriedad de la identificación del estudiante dependerá del objetivo de la prueba, así el docente tiene la potestad de

deshabilitar los nombres de los estudiantes; 2) *Space Race o carrera espacial*, basado en la competición, permite agrupar a los estudiantes por color con la misión de rendir una prueba/cuestionario; y, 3) *Exit Ticket o encuesta final*, permite valorar el entendimiento de un tema mediante tres preguntas, "¿Qué tan bien entendiste el material de hoy?" "¿Qué aprendiste en la clase de hoy?" y "Por favor responde la pregunta del maestro" esta última, le da la libertad al docente de formular una pregunta de su interés. En los tres casos, los resultados quedan almacenados en la sección de "reports o informes" del entorno *Teacher Login* (Narbón & Peiró, 2018).

La herramienta Socrative puede ser utilizada desde un computador de escritorio o dispositivo móvil en sus dos versiones de aplicación, Teacher y Student, disponibles en la página web oficial, App Store, Chrome Web Store, Google Play y Amazon. Sus versiones son gratuitas, siendo el único requisito para su uso el registro previo por parte del docente. No obstante, ofrece actualmente tres planes para el docente: gratis, pro para maestros de K-12 y pro para Educación Superior y Corporativo (ver Tabla 1).

**Tabla 1.**  
Características de los planes que ofrece Socrative

<b>Características</b>	Socrative Gratis	Socrative PRO para maestros de K-12 (\$59,99/año)	Socrative PRO para Educación Superior y Corporativo (\$99,99/año)
Número de habitaciones	1 público	Hasta 10 privados o públicos	Hasta 10 privados o públicos
Estudiantes por sesión	50	50	150
Cuestionamiento sobre la marcha	X	X	X
Evaluación de la carrera espacial	X	X	X
Evaluaciones formativas	X	X	X
Visualiza resultados en tiempo real	X	X	X
Accesibilidad del dispositivo	X	X	X
Informes	X	X	X
Compartir cuestionarios con código SOC	X	X	X
Acceso al Centro de ayuda	X	X	X
Estándares Estatales y Comunes	X	X	X

Temporizador de cuenta en Space Race	X	X
Importar lista a través de CSV o Excel	X	X
Enlaces compartibles para un inicio de sesión fácil	X	X
Acceso restringido con identificación de estudiante	X	X
Pruebas de fusión	X	X
Intercambio instantáneo de preguntas	X	X
Carpetas personalizadas de cuestionarios (fácil organización)	X	X
Levantamiento de mano de usuario silencioso	X	X

**Fuente:** Socrative, 2018.

En el reporte Edutrends titulado “Gamificación”, conciben a Socrative como una herramienta que permite gamificar una clase. Pero ¿qué es la Gamificación? En términos más simples, es la aplicación de principios o elementos propios del juego en contextos no lúdicos (Fernández, 2015). Estos principios o elementos del juego son, por ejemplo, metas y objetivos, reglas, narrativa, libertad de elegir, libertad de equivocarse, recompensas, retroalimentación, estatus visible, cooperación y competencia, restricción de tiempo, progreso y sorpresa (EduTrends, 2016). Al respecto, diversos estudios sugieren que, siempre que la didáctica se anteponga a la diversión incluir la Gamificación en el proceso didáctico permite, diseñar entornos atractivos y cercanos al estudiante del siglo XXI, mejorar el proceso de evaluación y la adquisición de conocimiento, desarrollar competencias, incrementar las notas, motivar, captar la atención de los estudiantes, favorecer la construcción del aprendizaje activo, autorregulación y metacognición (Astudillo, Bast, & Willging, 2016; Banfield & Wilkerson, 2014; Cejas-Herencia, 2015; EduTrends, 2016; Figueroa, 2015; Hernando, Arévalo, Mon, Batet, & Catasús, 2015; Jiménez & García, 2015; Johnson, Adams-Becker, Estrada, & Freeman, 2014; Labrador & Villegas, 2016; Villalustre & Del Moral, 2015).

Dentro de este marco, se puede inferir que Socrative es una herramienta con principios de Gamificación, que permite incorporar en la evaluación formativa algunos elementos del juego (EduTrends, 2016). Actualmente, la práctica de usar Socrative en la evaluación formativa está incrementando notablemente, por citar algunos casos de éxito constan los trabajos de Benítez-Porres (2015), Luesma, Soteras, & Abadía (2016), Narbón & Peiró (2018), Santos, Grueso, & Trujillo-Cayado (2016) y Santos et al. (2017). Estos trabajos sugieren que este tipo de práctica facilita la retroalimentación inmediata y la implementación de procesos de evaluación formativa de manera sistemática y continua, permite tomar decisiones oportunas a lo largo del proceso de enseñanza – aprendizaje, incentivar la participación anónima de los estudiantes y la autoevaluación, mejorar la consecución de los objetivos de aprendizaje, las calificaciones, la adquisición del conocimiento y la asistencia a clase.

Esta investigación difiere de los anteriores, porque el objetivo general se concentra en comparar la adquisición del conocimiento en estudiantes que utilizan y que no utilizan Socrative bajo los mismos instrumentos de evaluación (prueba individual y grupal). Para tal efecto, la autora precisó como objetivos específicos: 1) Experimentar la gamificación en la evaluación formativa a través de la herramienta Socrative; 2) Determinar el nivel de adquisición del conocimiento en estudiantes que utilizan y que no utilizan Socrative; 3) Identificar los beneficios del uso de Socrative en la evaluación formativa. La investigación está enfocada a demostrar las hipótesis, Ho1. El uso de la herramienta Socrative en la evaluación formativa no mejora la adquisición del conocimiento en los estudiantes; Ho2. El nivel de adquisición de conocimiento no se asocia con el entorno de evaluación gamificado que ofrece Socrative; y, Ho3. El nivel de adquisición de conocimiento no se asocia con el entorno de evaluación motivante que ofrece Socrative.

Para finalizar, este trabajo se fundamentó por siete principios del Aprendizaje Basado en Juego a) aprendizaje a través de un goce intenso y divertido b) reglas c) metas claras y desafiantes d) niveles de dificultad progresivos e) grado de incertidumbre e imprevisibilidad f) retroalimentación inmediata y constructiva g) interacción y un elemento social (Perotta, Featherstone, Aston, & Houghton, 2013); dos principios del aprendizaje constructivista a) el aprendizaje es un proceso individual de construcción de significados b) se estimula y ocurre naturalmente al poner las comprensiones individuales en interacción inteligente con las de otros (Ordóñez, 2006); y, dos principios del aprendizaje conectivista a) el aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos b) la toma de decisiones es en sí, un proceso de aprendizaje (Siemens, 2004).

### Importancia del problema

En el contexto educativo donde se desarrolló esta investigación, una de las prácticas que mayor demanda tiene es la evaluación formativa mediante la aplicación de pruebas con estilo tradicional. Esta práctica implica un proceso constituido por la construcción de la prueba (digital), impresión (papel), aplicación (individual o grupal), corrección, digitación de calificaciones, procesamiento y análisis e informes (feedback); lo que supone para el docente una inversión considerable de su tiempo, más aún en la socialización de resultados y en la entrega individual o grupal del feedback.

En virtud de esta problemática, surge este trabajo cuyo objeto tiene un interés científico y social que permita avanzar de un escenario de evaluación formativa tradicional hacia uno “nuevo” en el que el uso de las TIC sea un elemento facilitador en la gestión docente. En este nuevo escenario o “evaluación formativa en línea”, el proceso se simplifica a la construcción de la prueba en Socrative y al análisis de los resultados, ya que el resto de los elementos son automáticos. Además, este trabajo pretende contribuir a la mejora de la evaluación formativa universitaria y promover un escenario de evaluación lúdico y motivante que conjugue los principios del Aprendizaje Basado en Juego, constructivismo y conectivismo.

### Metodología

La experiencia tuvo lugar en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí durante el periodo 2018(1). Participaron 36 estudiantes del noveno semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas matriculados en la asignatura de Administración de Unidades Informáticas. La conformación de los grupos se dio al azar según la afinidad por el horario de clases. La investigación empleó el método teórico hipotético deductivo con un enfoque Mixto (Cuantitativo y Cualitativo -transversal-), mismo que adoptó un diseño posprueba con grupo control bajo el siguiente diagrama:

$$\begin{array}{l} \text{RG}_1 \text{ --- } 0_1 \ 0_3 \ 0_5 \ 0_7 \ 0_9 \ 0_{11} \ 0_{13} \ 0_{15} \\ \text{RG}_2 \ \text{X} \ 0_2 \ 0_4 \ 0_6 \ 0_8 \ 0_{10} \ 0_{12} \ 0_{14} \ 0_{16} \ 0_{17} \end{array}$$

Donde,

R: Asignación al azar o aleatoria de estudiantes según afinidad por el horario de clases.

G<sub>1</sub>: Grupo Control (GC).

G<sub>2</sub>: Grupo Experimental (GE).

—: Ausencia de Socrative en la evaluación formativa.

X: Presencia de Socrative en la evaluación formativa.

0<sub>1</sub>, 0<sub>3</sub>, 0<sub>5</sub>, 0<sub>7</sub>: Pruebas grupales sin Socrative (aplicadas al G<sub>1</sub>).

0<sub>9</sub>, 0<sub>11</sub>, 0<sub>13</sub>, 0<sub>15</sub>: Pruebas individuales sin Socrative (aplicadas al G<sub>1</sub>).

0<sub>2</sub>, 0<sub>4</sub>, 0<sub>6</sub>, 0<sub>8</sub>: Pruebas grupales con Socrative (aplicadas al G<sub>2</sub>).

0<sub>10</sub>, 0<sub>12</sub>, 0<sub>14</sub>, 0<sub>16</sub>: Pruebas individuales con Socrative (aplicadas al G<sub>2</sub>).

0<sub>17</sub>: Encuesta relacionada a la experiencia (aplicada al G<sub>2</sub>).

El GE utilizó la herramienta Socrative (plan gratuito) en la evaluación formativa mientras que el GC no la utilizó, sino que experimentó el esquema tradicional de evaluación formativa mediante pruebas con papel y pluma. Con respecto a la posprueba, ambos grupos fueron sometidos a un total de 8 pruebas, 4 individuales y 4 grupales, mismas que evaluaron los contenidos de la asignatura Administración de Unidades Informáticas. Al final, los resultados de ambos grupos fueron comparados y se aplicó una encuesta de satisfacción al GE para determinar si hubo o no efecto del uso de Socrative sobre las variables dependientes. Al respecto, las variables que se consideraron en esta investigación son:

- Variable independiente: Uso de la herramienta Socrative en la evaluación formativa.
- Variables dependientes:
  - A. Adquisición de conocimiento.
  - B. Entorno de evaluación lúdico.
  - C. Entorno de evaluación motivante.

Operacionalización de las Variables:

**Tabla 2.**  
Operacionalización de las variables.

Nombre de las Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Valoración
Adquisición del conocimiento.  Definido por la calificación en la prueba individual y grupal.	Consiste en el traspaso del conocimiento de la fuente (objeto/profesor/herramienta) en un dominio determinado hacia el aprendiz (sujeto) que lo faculta para ejecutar una variedad de acciones o tareas y solucionar problemas concretos. Implica conocer el qué y cómo de la realidad.	La variable se midió a través de la posprueba aplicada a ambos grupos (01 a 016).	Nivel de adquisición de conocimiento.	Insuficiente (0,00 - 6,99)  Suficiente (7,00 - 7,99)  Avanzado (8,00 - 8,99)  Excelente (9,00 - 10,00)
Entorno de evaluación lúdico.	Se refiere al espacio físico o virtual que incorpora los elementos del juego para medir el conocimiento que un estudiante ha adquirido.	La variable se midió a través de una encuesta (017).	Grado en que los participantes perciben que Socrative ofrece un entorno de evaluación	Preguntas 6 y 7 con escala de respuesta de cinco puntos (estilo Likert), con los ítems

			lúdico.	que van desde Totalmente en desacuerdo (1) a Totalmente en acuerdo (5).
Entorno de evaluación motivante.	Se refiere al espacio físico o virtual que tienen la capacidad de motivar y generar interés en un grupo concreto de alumno/as por su proceso de evaluación.	La variable se midió a través de una encuesta (017).	Grado en que los participantes perciben que Socrative ofrece un entorno de evaluación motivante.	Preguntas 4 y 5 con escala de respuesta de cinco puntos (estilo Likert), con los ítems que van desde Totalmente en desacuerdo (1) a Totalmente de acuerdo (5).

Fuente: Autores, 2018.

### Resultados

En la experiencia educativa participaron 23 hombres y 13 mujeres, 63,90% y 36,10% respectivamente, con edades comprendidas entre 21 y 24 años que responden a las clases sociales media y alta. Los participantes se desarrollaron en situaciones homogéneas (mismo Sílabo, metodología, recursos, técnicas y estrategias de enseñanza).

Con respecto a la Posprueba y dada la naturaleza del estudio, toda vez que se corroboró la normalidad de los datos con la prueba de Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> y la igualdad de varianza con la prueba de Levene se aplicó la prueba de t Student para muestras independientes con un nivel de significancia de 5% ( $\alpha = 5\% = 0,05$ ) y un nivel de confianza del 95%. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 3:

**Tabla 3.**  
Operacionalización de las variables.

Resumen del procesamiento de los casos en IBM SPSS Statistics 21						
Prueba	Grupo	# de casos	Media	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> (p <sub>v</sub> )	Levene (p <sub>v</sub> )	T Student (p <sub>v</sub> )
#1 Grupal	GC	18	5,2533	,095	,058	,000
	GE	18	9,1333	,084		
#2 Grupal	GC	18	6,0617	,170	,985	,000
	GE	18	8,4483	,097		
#3 Grupal	GC	18	8,4650	,075	,230	,037
	GE	18	9,0650	,074		
#4 Grupal	GC	18	7,7867	,065	,689	,000

	GE	18	9,1150	,074		
#1 Individual	GC	18	5,7628	,200*	,878	,000
	GE	18	8,1294	,200*		
#2 Individual	GC	18	5,5517	,200*	,180	,000
	GE	18	8,8367	,200*		
#3 Individual	GC	18	8,0739	,200*	,792	,003
	GE	18	8,9072	,200*		
#4 Individual	GC	18	7,9628	,200*	,703	,001
	GE	18	8,9744	,200*		

**Fuente:** Autores, 2018. (\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera).

En función de los datos obtenidos se concluye:

- Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup> y Levene: Dado que  $p_v > \alpha$  en las pruebas individuales y grupales, se concluye que los datos de la variable adquisición del conocimiento provienen de una distribución normal y presenta varianzas iguales.
- T Student: Confirmado los supuestos de normalidad e igualdad de varianza, la prueba T Student confirma que en todos los casos  $p_v < \alpha$ , por tanto, se rechaza  $H_0$ 1 y se acepta la hipótesis alternativa. En síntesis, el uso de la herramienta Socrative en la evaluación formativa mejora la adquisición del conocimiento en los estudiantes.

En lo que respecta a la encuesta, se determinó la confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach = 0,748. Para medir el grado en que los participantes perciben que Socrative ofrece un entorno de evaluación lúdico y motivante se aplicó una escala de calificación de tres rangos: Bajo, Medio y Alto, según la técnica de Estaninos (entorno de evaluación lúdico: Bajo < 6.44, Medio = 6.44-9.00, Alto > 9.00; entorno de evaluación motivante: Bajo < 6.490, Medio = 6.49-8.74, Alto > 8.74). Para medir el nivel de adquisición de conocimiento se empleó cuatros rangos (Insuficiente < 6.99, Suficiente = 7.00-7.99, Avanzado 8.00-8.99, Excelente > 9.00). Una vez que los datos fueron categorizados se aplicó la prueba Rho de Spearman, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 4.**  
Resultados de la prueba Rho de Spearman

Rho de Spearman		Nivel de adquisición de conocimiento (agrupado)
Entorno de evaluación motivante (agrupado)	Coefficiente de correlación	,330
	Sig. (bilateral)	,181
	N (# participantes)	18

Entorno de evaluación lúdico (agrupado)	Coefficiente de correlación	,544*
	Sig. (bilateral)	,020
	N	18

Fuente: Autores, 2018.

En función de los datos obtenidos se concluye:

- Caso 1: Dado que  $p_v > \alpha$  ( $0,181 > 0,05$ ) se acepta  $H_02$ , por tanto, no existe una correlación entre las variables A y C.
- Caso 2: Dado que  $p_v < \alpha$  ( $0,020 < 0,05$ ) se rechaza  $H_03$ , por tanto, existe una correlación significativa entre las variables A y B. Además, la correlación es moderada ya que el coeficiente de correlación ( $,544^*$ ) se encuentra en el rango  $0,5 - 0,8$  y es directamente proporcional puesto que tiene signo positivo, es decir se trata de una correlación positiva perfecta.

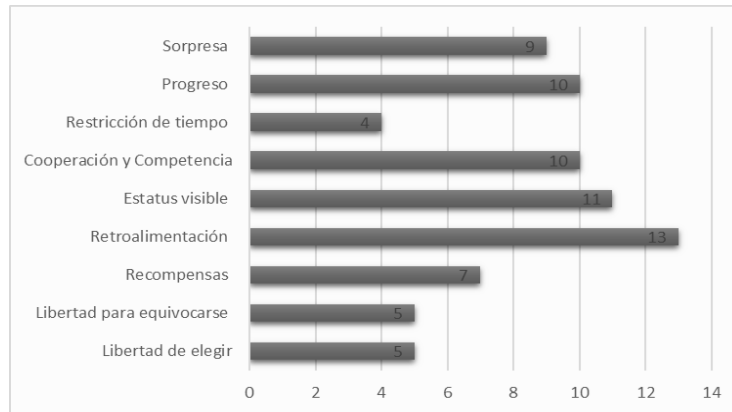
### Discusión

A partir de los resultados de este trabajo, se puede sostener que incorporar Socrative en la evaluación formativa de los estudiantes tiene efectos positivos sobre la adquisición del conocimiento, pero ¿por sí sola, esta herramienta logra tales efectos? Los resultados de esta experimentación se deben a una adecuada articulación entre la instrucción, la base pedagógica (principios del aprendizaje basado en juego, constructivismo y conectivismo) y la evaluación formativa; no se trata simplemente de poner en marcha la herramienta, sino de armonizar los elementos del juego con actividades atractivas y retadoras para evaluar a el aprendiz, de manera que guíen su experiencia hacia el desarrollo de competencias, en el nivel indicado.

El entorno de evaluación que se construyó con Socrative brindó un espacio seguro para conocer, pensar, analizar, equivocarse, pensar y volver a actuar, lo que para Yu-kai (2018) representa el proceso adecuado para la implementación de la estrategia de Gamificación, donde el estudiante: 1) conoce el sistema gamificado 2) se enfrenta a situaciones problemáticas y se familiariza con las dinámicas y mecánicas 3) aplica lo aprendido, y 4) avanza mediante la adquisición de nuevas competencias.

Los estudiantes que utilizaron Socrative (GE) manifestaron en la encuesta que la herramienta es una aplicación fácil de usar (Si=100%, No=0%), útil como sistema de evaluación (Si=100%, No=0%) y útil como sistema de aprendizaje (Si=94,4%, No=5,6%). Además, reconocieron y destacaron de la interfaz de Socrative, algunos elementos del juego (ver Figura 1):





**Figura 1.**  
Elementos del juego integrados en la interfaz de Socrative.  
**Fuente:** Autores, 2018.

También, resaltaron como aspectos negativos de la herramienta: el acceso obligatorio a internet para rendir la prueba y que no válida las respuestas múltiples (si el estudiante seleccionó uno de los tres literales correctos, Socrative, califica esa pregunta con 0).

Finalmente, a pesar de que los estudios científicos sobre esta herramienta aún son escasos en Ecuador, esta investigación se puede considerar un primer acercamiento. De hecho, generalizar los resultados de este trabajo, o mejor aún, diseñar una estrategia para aplicar la herramienta que asegure efectos positivos en el desempeño de los estudiantes o en sus competencias, bien podrían representar posibilidades de investigación científica, que tendrían un alto impacto a nivel educativo y que contribuirían a perfilar la evaluación formativa del futuro.

### Conclusión

Se ha incorporado un sistema de evaluación en la asignatura de Administración de Unidades Informáticas como medio para identificar en tiempo real los aspectos susceptibles de repasar y profundizar, así como la integración de dispositivos móviles en el aula. Esta iniciativa ha demostrado ser una innovación basada en tecnología capaz de automatizar la evaluación formativa, lo que implica un ahorro de tiempo en sus procesos. Los resultados de esta experiencia, sugieren que el uso de Socrative en la evaluación formativa, mejora la adquisición del conocimiento en los estudiantes y ofrece un entorno de evaluación lúdico.

### Anexos

**Anexo 1:** Encuesta de satisfacción (instrumento de recolección de información).

1. ¿Te parece que Socrative es una aplicación fácil de usar? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Si (1) – No (2).
2. ¿Te parece que Socrative es una aplicación útil como sistema de evaluación? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Si (1) – No (2).
3. ¿Te parece que Socrative es una aplicación útil como sistema de aprendizaje? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Si (1) – No (2).
4. En las evaluaciones individuales ¿Te parece que Socrative ofrece un entorno de evaluación motivante? (\* Marque una sola opción).

- Opciones: Totalmente en desacuerdo (1) – En desacuerdo (2) – Neutro (3) – De acuerdo (4) – Totalmente de acuerdo (5).
5. En las evaluaciones grupales ¿Te parece que Socrative ofrece un entorno de evaluación motivante? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Totalmente en desacuerdo (1) – En desacuerdo (2) – Neutro (3) – De acuerdo (4) – Totalmente de acuerdo (5).
6. En las evaluaciones individuales ¿Te parece que Socrative ofrece un entorno de evaluación lúdico? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Totalmente en desacuerdo (1) – En desacuerdo (2) – Neutro (3) – De acuerdo (4) – Totalmente de acuerdo (5).
7. En las evaluaciones grupales ¿Te parece que Socrative ofrece un entorno de evaluación lúdico? (\* Marque una sola opción).  
Opciones: Totalmente en desacuerdo (1) – En desacuerdo (2) – Neutro (3) – De acuerdo (4) – Totalmente de acuerdo (5).
8. Indique qué elementos del juego usted considera que ofrece el entorno de evaluación Socrative (\*Marque más de una opción).

**Opciones:**

- Metas y objetivos (retos, misiones, desafíos).
  - Reglas (cómo ganar o perder puntos).
  - Narrativa (identidades, personaje o avatares, escenarios narrativos o ambientes tridimensionales).
  - Libertad de elegir (diferentes rutas, opciones de usar poderes).
  - Libertad para equivocarse (vidas múltiples, puntos de restauración o reinicio).
  - Recompensas (monedas, recursos virtuales, vidas, poderes limitados).
  - Retroalimentación (feedback, señalización de respuestas o conducta correcta o incorrecta).
  - Estatus visible (puntos, logros, resultados obtenidos).
  - Cooperación y Competencia (equipos, gremios).
  - Restricción de tiempo (cuenta regresiva).
  - Progreso (niveles o barras de progreso).
  - Sorpresa (recompensas aleatorias).
9. ¿Qué aspectos negativos destacarías del uso de Socrative en la evaluación formativa?

**Agradecimiento**

A todos los estudiantes que han participado en esta experiencia.

**Referencias**

- Astudillo, G., Bast, S., & Willging, P. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(12), 125-142.
- Banfield, J., & Wilkerson, B. (2014). Increasing Student Intrinsic Motivation And Self-Efficacy Through Gamification Pedagogy. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 7(4), 291. <https://doi.org/10.19030/cier.v7i4.8843>
- Benítez-Porres, J. (2015). *Socrative como herramienta para la integración de contenidos en la asignatura "Didáctica de los Deportes"*. Universidad Europea de Madrid. Recuperado de <http://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/4513>

- Cejas-Herencia, M. (2015). *Uso de la gamificación para la obtención de competencias matemáticas en 3er curso de Educación Primaria. Propuesta de intervención en el centro público Bolivia de Madrid en el curso 2015-2016 (Tesis de pregrado)*. Universidad Internacional de la Rioja, Madrid: UNIR. Recuperado de <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3410/CEJAS%20HERENCIA%2C%20MIGUEL%20ANGEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- EduTrends. (2016). *Gamificación — Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey*. Recuperado 30 de agosto de 2018, de <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsgamificacion>
- Evans, C. (2013). Making Sense of Assessment Feedback in Higher Education. *Review of Educational Research*, 83(1), 70-120. <https://doi.org/10.3102/0034654312474350>
- Fernández, I. (2015). Juego serio: gamificación y aprendizaje. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*, 281, 43-48.
- Figuroa, J. (2015). Using Gamification to Enhance Second Language Learning. *Digital Education Review*, (27), 32-54.
- Fraile, A., López, V., Castejón, F., & Romero, R. (2013). La evaluación formativa en docencia universitaria y el rendimiento académico del alumnado. *Aula abierta*, 41(2), 23-34.
- Hernando, M., Arévalo, C., Mon, C., Batet, L., & Catasús, M. (2015). Play the Game: gamificación y hábitos saludables en educación física. *Apunts: Educación física y deportes*, (119), 71-79. [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2015/1\).119.04](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2015/1).119.04)
- Jiménez, A., & García, D. (2015). *El proceso de gamificación en el aula: Las matemáticas en educación infantil (Tesis de pregrado)*. University of King Juan Carlos, Madrid, España. Recuperado de <https://www.grin.com/document/314540>
- Johnson, L., Adams-Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, Texas, Estados Unidos: The New Media Consortium. Recuperado de <https://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2014-higher-education-edition/>
- Labrador, E., & Villegas, E. (2016). Unir Gamificación y Experiencia de Usuario para mejorar la experiencia docente. Gamification and User eXperience for make the learning experience better. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 125-142.
- Luesma, M., Soteras, F., & Abadía, A. (2016). Valoración de la utilización de SOCRATIVE como herramienta didáctica interactiva en dos asignaturas del grado en Óptica-Optometría de la Universidad de Zaragoza. En *In-Red 2016. II Congreso nacional de innovación educativa y docencia en red*. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/INRED2016.2016.4322>
- Martínez, L., Santos, M., & Castejón, F. (2017). Percepciones de alumnado y profesorado en Educación Superior sobre la evaluación en formación inicial en educación física. Perceptions of students and tutors in Higher Education about assessment in teaching training in physical education. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación.*, (32 (2º semestre)), 6.

- Muskin, J. (2015). *Reflexiones en progreso N° 1 sobre Cuestiones fundamentales y actuales del currículo y el aprendizaje: Evaluación del aprendizaje del estudiante y el currículo: Problemas y consecuencias para la política, el diseño y la aplicación*. Recuperado 12 de agosto de 2018, de [http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/ipr1-muskin-assessmentcurriculum\\_spa.pdf](http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/ipr1-muskin-assessmentcurriculum_spa.pdf)
- Narbón, I., & Peiró, J. (2018). *La plataforma Socrative como herramienta de aprendizaje: Un a aplicación a la asignatura Métodos Cuantitativos*. Recuperado de <http://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/174606>
- Ordóñez, C. L. (2006). Pensar pedagógicamente, de nuevo, desde el constructivismo. Thinking Pedagogically, Again, from Constructivism. *Revista Ciencias de la Salud*, 4(Esp), 14-23.
- Pérez, Á., Hortigüela, D., Herrán, I., & Hernando, A. (2018). Kahoot, Plickers, Socrative y Blicher: Herramientas para la evaluación diagnóstica y formativa. *Tándem: Didáctica de la educación física*, (59), 76-78.
- Perotta, C., Featherstone, G., Aston, H., & Houghton, E. (2013). *Game-based learning: latest evidence and future directions (NFER Research Programme: Innovation in Education)* (NFER). Slough. Recuperado de [http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/10919/mod\\_resource/content/1/GAME01.pdf](http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/10919/mod_resource/content/1/GAME01.pdf)
- Romero-Martí, M., Castejón, F., López, V., & Fraile, A. (2017). Evaluación formativa, competencias comunicativas y TIC en la formación del profesorado. *Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación*, (52), 73-82.
- Romero-Martín, R., Fraile-Aranda, A., López-Pastor, V., & Castejón-Oliva, F. (2014). The relationship between formative assessment systems, academic performance and teacher and student workloads in higher education / Relación entre sistemas de evaluación formativa, rendimiento académico y carga de trabajo del profesor y del alumno en la docencia universitaria. *Infancia y Aprendizaje*, 37(2), 310-341. <https://doi.org/10.1080/02103702.2014.918818>
- Santos, J., Grueso, E., & Trujillo-Cayado, L. (2016). Uso de una aplicación móvil para aumentar la motivación del alumnado en formulación y nomenclatura química. *Afinidad*, 73(576). Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/318420>
- Siemens, G. (2004). *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age [Creative Commons License]*. Recuperado 4 de septiembre de 2018, de <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>
- UNESCO. (2016). *Declaración de Incheon y Marco de Acción ODS 4 – Educación 2030*. Recuperado 14 de agosto de 2018, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245656s.pdf>
- Villalustre, L., & Del Moral, M. (2015). Gamificación: Estrategia para optimizar el proceso de aprendizaje y la adquisición de competencias en contextos universitarios. *Digital Education Review*, 0(27), 13-31.
- Yu-kai, C. (2018). *Gamification Design: 4 Phases of a Player's Journey*. Recuperado 21 de septiembre de 2018, de <https://yukaichou.com/gamification-examples/experience-phases-game/>

# 3

Interculturalidad mesocurricular de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en una universidad pública del Ecuador.

*Kléver Alfredo Delgado Reyes*  
*Jorge Iván Pincay Ponce*  
*Jorge Sergio Herrera Tapia*

## **Interculturalidad mesocurricular de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información en una universidad pública del Ecuador.**

**Kléver Alfredo Delgado Reyes**

klever.delgado@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Jorge Iván Pincay Ponce**

jorge.pincay@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Jorge Sergio Herrera Tapia**

jorge.herrera@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

El eje de igualdad de interculturalidad tiene un rol protagónico en el mundo académico y en todas las universidades, con sentido de pertinencia e inclusión; para ello, las instituciones de educación superior han redimensionado su modelo educativo, a fin de satisfacer la demanda social. Este trabajo de investigación tiene como objetivo dar a conocer los enfoques de los miembros de una comunidad universitaria para la incorporación del criterio de interculturalidad, en el meso currículo de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, buscando que la carrera universitaria consensue saberes, generados por diferentes actores sociales, para que desde el claustro universitario se procesen y articulen respuestas académicas hacia la sociedad. La metodología se presenta como una investigación de campo, de nivel descriptivo y exploratorio. En base al análisis y resultados estadísticos, se concluye que no considera la inclusión del criterio de interculturalidad en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información, sugiriéndose la aplicación de una alternativa metodológica a fin de garantizar este derecho, y contribuir a la formación superior, fortaleciendo de manera participativa la política pública de igualdad.

**Palabras claves:** Interculturalidad, Accesibilidad, Inclusión, Educación superior.

### **Abstract**

The axis of equality of interculturality has a leading role in the academic world, and in all universities, with a sense of relevance and inclusion; To this end, higher education institutions have resized their educational model in order to meet social demand. This research work aims to publicize the approaches of the members of a university community for the incorporation of intercultural criteria, in the medium curriculum of the Information Technology Engineering career, seeking that the university career consensue knowledge, generated by different social actors, so that from the university cloister are processed and articulated academic responses to society. . The methodology is presented as a field, level descriptive and exploratory research. Based on the statistical analysis and results, it is concluded that it does not consider the inclusion of the criterion of interculturality in the career of Information Technology Engineering, suggesting the application of a methodological alternative in order to guarantee this right, and contribute to higher education, strengthening in a participatory way the public policy of equality.

**Keywords:** Interculturality, Accessibility, Inclusion, Higher education.

## Introducción

La interculturalidad se ha constituido en las últimas décadas en un proceso complejo, plural y original. Lo que en su momento fue una necesidad de un sector o movimientos de la sociedad civil, hoy en día, es una necesidad de la sociedad en su conjunto, que obviamente debe ser una construcción colectiva con la participación de cada uno de los actores sociales, quienes desde su óptica cuestionan las diferencias y desigualdades construidas a lo largo de la historia entre diferentes grupos socioculturales, étnico-raciales, de género, de orientación sexual, entre otros.

Se parte de la afirmación de que la interculturalidad apunta hacia la construcción de sociedades que asuman las diferencias como constitutivas de la democracia y sean capaces de construir relaciones nuevas, verdaderamente igualitarias entre los diferentes grupos socioculturales, lo que supone, más que empoderar a aquellos que históricamente fueron considerados inferiores, hacer que ninguno está por encima del otro.

En el Ecuador, el enfoque de la interculturalidad, si bien no es precisamente nuevo, es legitimado en el año 2008, en la norma constitucional, considerándolo como uno de los pilares fundamentales para la cohesión social y unidad nacional y complemento esencial en los distintos niveles de educación, desde inicial hasta el superior. La Carta Magna de la República del Ecuador se complementa con la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), el Plan Nacional del Buen Vivir, reglamentos, acuerdos y resoluciones en los distintos ámbitos de la educación.

La sociedad ecuatoriana contemporánea está inmersa en factores culturales internos (interculturalidad) y externos. Por tanto, nivel interno, se le reconoce como una nación diversa, garantista de los derechos fundamentales, soberana, independiente, unitaria, intercultural, plurinacional y con práctica laica. A nivel externo, se involucran obviamente los procesos de integración y globalización mundial. Factores que sin lugar a duda, caracterizan a la nueva sociedad del conocimiento y la información. Por ello, la educación en sus distintos niveles debe considerar la interculturalidad como uno de los elementos curriculares, pues es un enfoque indispensable para avanzar hacia la cohesión social de la nación.

Tomando en consideración los aspectos antes citados, en opinión de los investigadores, se notan avances pedagógicos y curriculares en los niveles inicial, básico y bachillerato, aunque muy limitado aún. Sin embargo, en el nivel superior, se produce una ruptura. La Academia se ha dedicado de manera exclusiva a formar profesionales que obedezcan a modelos productivos, no acordes a la realidad social, económica e intercultural del País, haciéndose necesario rediseñar las carreras y programas académicos que ofertan las Instituciones de Educación Superior.

La demanda social exige a la Academia que dé respuesta a sus necesidades pues, la planificación académica de sus carreras, no ha obedecido al contenido inclusivo y la atención a la diversidad intercultural, componente fundamental en las carreras universitarias en instituciones con pertinencia social, a fin de garantizar el desarrollo socioeconómico de la nación con equidad y justicia social.

Considerando estas premisas, la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT) impulsa un proceso de incorporar la interculturalidad como eje transversal. Para ello se han tomado en consideración los conceptos del libro “Construyendo Igualdad en la Educación Superior: fundamentación y lineamientos para la transversalización de los ejes de igualdad”.

No obstante, a pesar de esta política trazada por la SENESCYT, en función de impulsar un proceso de incorporación de la interculturalidad como eje transversal en la educación superior, en el diseño o rediseño de las mallas curriculares de varias de las carreras en diversas universidades, ello no se ha tomado en consideración, o si se ha hecho, ha sido con un carácter puramente formal.

La interculturalidad como concepto, según lo refiere Jordán (1995) y lo puntualiza Valverde (2010), surge en las relaciones entre sujetos que se imaginan a sí mismos diferentes de otros sujetos con los que tienen algún tipo de interacción. En esta situación, según acotan estos mismos autores, la identidad es asumida a partir del contraste con los otros y se refiere tanto a las ganancias y las pérdidas que tienen lugar en la interacción, como a los mecanismos de negociación para la significación. La perspectiva intercultural, parte del planteamiento de que lo sustantivo está en la interacción y el reconocimiento de la cultura como un fenómeno interactivo, donde no es posible poner obstáculos.

El mesocurrículo debe tener una concepción construida de manera colectiva y enfoque intercultural, considerando la Teoría Crítica de la Educación, retomando aportes de representantes de la escuela de Frankfurt, donde se incluyen como requisitos fundamentales, el diálogo y la comunicación, la acción comunicativa, permitiendo el encontrarnos como actores sociales que, unidos con la Academia, pueda delinear respuestas a las necesidades de una sociedad que espera de sus instituciones de educación superior, aportes prácticos y concretos para su desarrollo integral.

Según Rivadeneira (2013), en torno a la diversidad educativa a nivel superior, reflexiona que la educación superior debe considerar la complejidad de la diversidad. Nos invita a desconstruir el discurso clásico sobre las diferencias, sino más bien, reconocer las condiciones políticas, sociales y económicas que posibiliten determinar nuestras desigualdades.

En Ecuador, la diversidad, es un tema presente en el discurso de las autoridades y de las nuevas políticas educativas. Contamos con un marco legal y un marco de políticas educacionales que no sólo favorecen la inclusión de la diversidad, sino que dan todas las facilidades para que esta se realice, pero siempre existen factores en la realidad y elementos subjetivos en los actores de la comunidad universitaria que pueden favorecer o dificultar el proceso de inclusión, y que por su trascendencia educativa a nivel nacional es importante conocer, para comprender el significado de este proceso en los actores involucrados, especialmente en los profesores.

El nivel universitario ha sido por antonomasia el más segregador y excluyente de todos, por lo que respecta a la integración de alumnos con algún tipo de discapacidad o necesidades educativas especiales, lo cual contrasta con las actuaciones de prácticas integradoras que se desarrollan en niveles no universitarios. La Academia está llamada a desempeñar un papel decisivo para asegurar el principio de igualdad de oportunidades, acciones afirmativas, a condición de que las diferencias que impiden a determinados colectivos de estudiantes disponer de los recursos necesarios para todos y de tener iguales posibilidades de hacer un uso equivalente de los mismos, sean compensados con medidas que les faciliten su acceso.

En consecuencia, desde la teoría crítica de la educación, el currículo puede concebirse como un proyecto educativo cuya razón de ser es el conocimiento, la formación y el desarrollo humano fundado en el diálogo y la comunicación desde una racionalidad comunicativa en oposición al paradigma de la racionalidad instrumental, con un claro énfasis emancipador, que se determina y se construye con la activa, responsable y democrática participación de todos los sujetos en él involucrados, cuyo desarrollo



debe entenderse dentro de un proceso flexible, pluri, multi e intercultural abierto a la crítica y contextualizado, que se percibe en la práctica cotidiana y se valida políticamente en su reflexión y en su confrontación en el espacio público.

A pesar de que no se ha desarrollado una “teoría discursiva” de la educación, reivindica las posibilidades de cambio social a través de la comunicación, en este sentido “los elementos de la Teoría de la Acción Comunicativa en relación con su ética discursiva y su teoría del Derecho son suficientes para proponer sistemáticamente el sentido y alcances de una reflexión desde las estructuras de la comunicación sobre la educación” (Hoyos, citado por Del Basto, 2005).

El enfoque crítico, enunciado desde una concepción de paradigma, se constituye en referente para reflexionar en torno a la educación, la pedagogía y el currículo en el momento actual. Sin embargo, son los aportes de Habermas (1994) y de Hoyos (2004), los que han posibilitado una adecuada comprensión del sentido de la educación en el momento actual en la medida en que ésta debe constituir en propósito social de transformación de la civilidad moderna para la creación de una cultura de la tolerancia y del pluralismo, de la solidaridad, del diálogo y de la formación de ciudadanos y ciudadanas, del conocimiento para el progreso y para la inclusión social en un momento de gran convulsión política, social y cultural.

Se puede entonces afirmar, que la educación universitaria como proceso formativo, discursivo, comunicativo y argumentativo se abre a la comprensión con miras al entendimiento basado en el reconocimiento del “otro” como interlocutor válido y a la vez, a la búsqueda del entendimiento, acuerdos y consensos mínimos con base en los mejores argumentos, de lo contrario se estará negando su carácter de social y pública, su naturaleza formativa y simbólica en detrimento de su rol en la sociedad.

Para que desde los presupuestos de la teoría discursiva de la educación, se dé la posibilidad que en la universidad los procesos formativos se orienten a la conformación de una sociedad civil fortalecida, en la que lo público adquiera su verdadero sentido a partir de la formación de ciudadanos como protagonistas, se requiere que “La razón comunicativa se constituya en metateoría para explicar los diversos tipos de acción y su sentido específico de racionalidad” (Hoyos, citado por Del Basto, 2005 Ob, cit).

La comunicación posibilita el entendimiento de los actores sociales y académicos y resalta el sentido holístico de los procesos formativos. Es así como en la sociedad del conocimiento, con la denominada mundialización y la revolución tanto de la ciencia como de la tecnología, como fenómenos inherentes a la integración mundial que caracteriza el momento actual, presentan a la universidad contemporánea del siglo XXI, desafíos en torno a la urgencia de una educación moderna que articule los ideales de la revolución industrial, tomando en cuenta la igualdad de oportunidades inherentes al desarrollo material de la sociedad, con base en la ciencia, la técnica, la tecnología y de la revolución democrática, en cuanto a igualdad de ciudadanía, al desarrollo moral y al progreso cultural de la sociedad (Hoyos, citado por Del Basto, 2005, Ob, cit).

### **Importancia del problema**

Interculturalidad mesocurricular de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de una universidad pública del Ecuador, esto obliga al fortalecimiento de la educación pública, convirtiéndose en un espacio de ejercicio de la ciudadanía y a asumir responsablemente la formación en una sociedad cada vez más convulsionada, donde se dejan de lado los valores personales, familiares y sociales por los fenómenos del mercado, por la manipulación del poder político, por la doble moral de las políticas

macroeconómicas, por la deshumanización y la pobreza y por las disparidades éticas que día a día observamos; así como la inequidad, el desempleo y las desigualdades de todo orden.

Las universidades del Ecuador deben observar toda la normativa necesaria tanto constitucional como legal (LOES y Reglamento de Régimen Académico), para poder cumplir con este encargo social, que además, es una política de Estado determinada en el Plan Nacional de Desarrollo o Plan Nacional del Buen Vivir.

## Metodología

### Sujetos

La muestra fue de 88 personas relacionadas de manera directa e indirecta con la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información de una universidad pública, integrada por autoridades académicas, profesores, estudiantes, graduados, servidores públicos y trabajadores de la unidad académica. Este grupo fue seleccionado de manera probabilística o muestreo dirigido, el cual, a pesar de considerarse informal y poco arbitrario satisfizo las necesidades investigativas.

### Tipo de investigación

Investigación de campo, de nivel descriptivo y exploratorio.

### Instrumentos

Se aplicaron los siguientes: guía de revisión documental, encuesta general y entrevista a grupo focal.

### Procedimiento

La obtención y el procesamiento de los datos necesarios en la investigación demandaron la utilización de métodos y procedimientos de los niveles teórico y empírico.

#### Métodos del orden teórico.

- **Histórico-Lógico.** Con el objetivo de entender el sistema de relaciones que desde lo teórico se establece entre las demandas actuales de la práctica social y de la inclusión de la interculturalidad en la vida social humana, con la formación profesional del Ingeniero en Tecnologías de la Información.
- **Análisis y síntesis.** Con el objetivo de analizar los fundamentos epistemológicos sobre los procesos académicos de diversidad intercultural y contenidos curriculares en la educación superior.
- **Inducción y deducción.** Con el objetivo de generalizar las experiencias sobre la inclusión de la interculturalidad como eje transversal de las mallas curriculares en la formación universitaria, y luego particularizar estas experiencias en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

#### Métodos del nivel empírico.

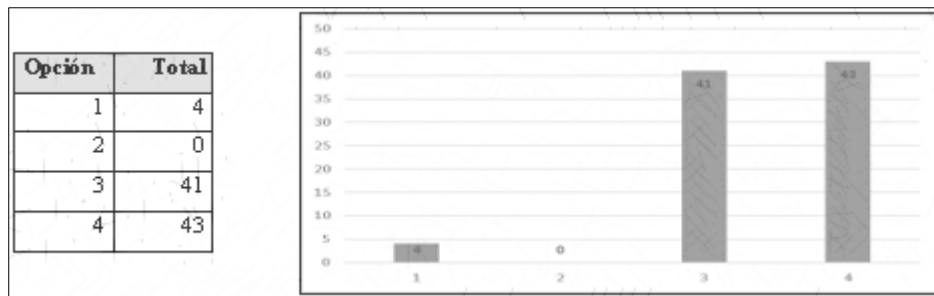
- **Revisión documental.** Con el objetivo de obtener información necesaria sobre el diseño Mesocurricular, los contenidos de la malla curricular y su sistema de evaluación.
- **Encuesta general.** Con el objetivo de obtener de la muestra del primer momento de la investigación, los datos necesarios que permitieron describir el estado actual situacional de la

atención a la diversidad intercultural en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.

- **Entrevista/Grupo focal.** Con el objetivo de corroborar y enriquecer en un espacio de reflexión, los datos necesarios que permitieron describir el estado actual situacional de la atención a la diversidad intercultural en la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información.
- **Análisis de los Datos**  
Se aplicó el análisis estadístico descriptivo a la encuesta general y a la entrevista a grupo focal.

## Resultados y Discusión

1.- Según la UNESCO, la interculturalidad desde un enfoque integral y de derechos humanos, se refiere a la construcción de relaciones equitativas entre personas, comunidades, países y culturas.



**Gráfico 1.**

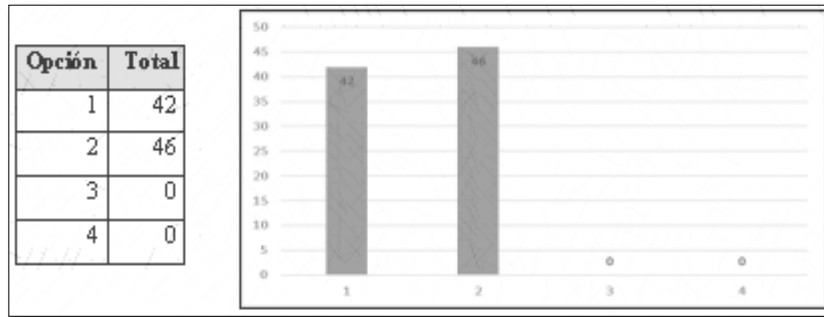
Respuesta pregunta 1 – Encuesta.

**Elaboración:** Autores

En el caso de las autoridades académicas y profesores, los resultados indican que, si bien conocen lo establecido, muestran dificultades para incorporarlo, incluso a su propio discurso académico. Pues es una forma diferente de hacer, generando resistencias, que han dado lugar desde el discurso oficial, se incluya la interculturalidad, pero a partir de la praxis academia y pedagógica, ello no ha marcado diferencia alguna, porque no se ha intencionado su implantación. Para muchos se convierte en una verdadera carga intencional en su práctica esta perspectiva y, por tanto, prefieren mantenerlas en el discurso oficial, pero conservando sus antiguas prácticas como las verdaderamente efectivas.

Una de las autoridades académicas encuestadas planteaba que conocen que la inclusión intercultural es, debe ser un eje transversal de la formación de cualquier profesional en un país multiétnico, pluricultural y diverso como el Ecuador; más es complicado de un solo salto llegar a esa postura ideal. Esto, incluso a pesar de tratarse de un área del conocimiento tan moderna y diariamente cambiante como las ciencias de las tecnologías de la información.

2.- La Unidad Académica incorporara en sus contenidos curriculares el eje de interculturalidad y está establecido como política de transversalidad pedagógica.



**Gráfico 2.**

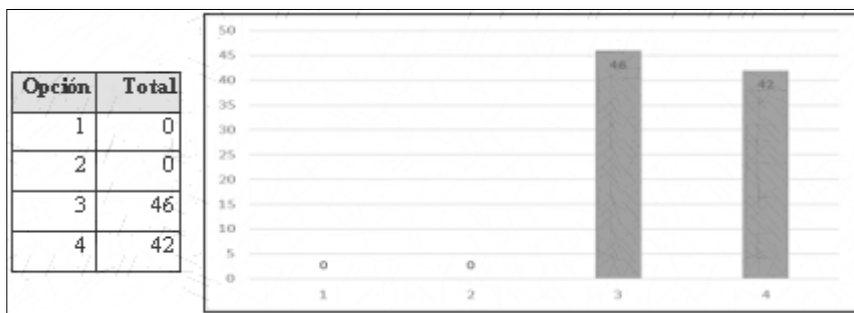
Respuesta pregunta 2 – Encuesta

**Elaboración:** Autores

Este discurso es en sí mismo bastante aclaratorio de por qué hay tan poca operativización de la inclusión intercultural en el mesocurrículo de esta carrera. Sin embargo, lo realmente valioso de estas palabras, es que este académico es consciente de la importancia de la inclusión intercultural y de lo mal que se ha estado manejando al interno de la formación del Ingeniero en Tecnologías de la Información.

Un docente manifestó que la inclusión intercultural es un eje que transversaliza la formación profesional en todas las carreras de todas las universidades públicas o probadas de la República del Ecuador. Tal vez algunos docentes no lo entienden, pero es obvio en el mesocurrículo, en la malla curricular, y es responsabilidad de cada cual llevarlo al espacio de su propia materia.

*3.- Los integrantes de la unidad académica comparten el propósito de la inclusión, como premisa de igualdad de oportunidades comunes en la diversidad individual.*



**Gráfico 3.**

Respuesta pregunta 3 – Encuesta

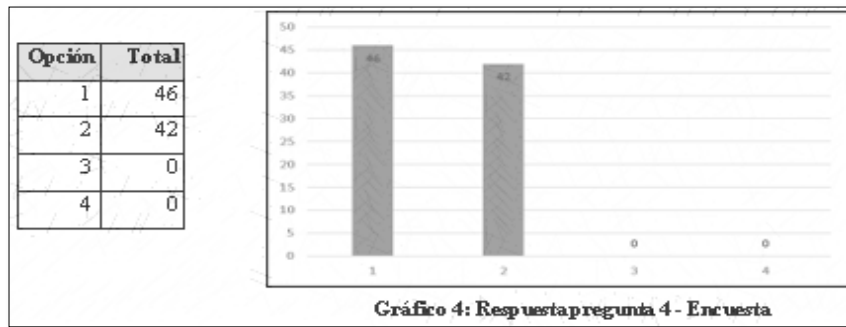
**Elaboración:** Autores

En este caso, cambia el discurso, cambia la perspectiva y es evidente la falta de crítica de la situación real que se observa con relación al problema tratado.

Otro encuestado, en este caso, un profesor sin responsabilidades administrativas planteó que se viene hablando en diferentes espacios de inclusión e interculturalidad, pero no nos llega el modo de llevar eso a nuestras aulas universitarias. No sabemos si es fácil o difícil. Tan solo no sabemos más de lo que

se plantea en algunos documentos oficiales, donde no se presenta ninguna instrucción que desde un enfoque más metodológico nos diga que hacer para que nuestra praxis como docentes implemente de manera adecuada esta perspectiva de inclusión intercultural. Este criterio podría ser el espacio medio entre aquellos que lo hacen consciente e intentan hacer de la inclusión intercultural un eje transversal del mesocurrículo de la carrera de Ingeniería en Tecnología de la Información y los que aun muestran marcadas resistencia a un cambio que además de necesario es urgente.

4.- *Los estudiantes de la unidad académica conocen sobre el eje de interculturalidad en el mesocurrículo de la carrera.*



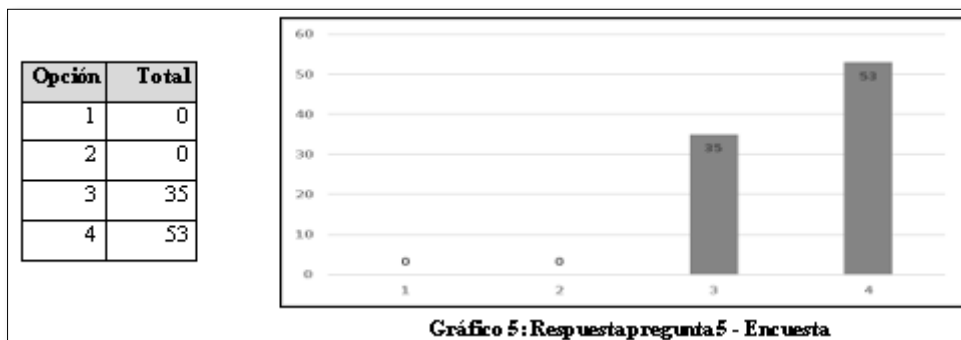
**Gráfico 4.**

Respuesta pregunta4 – Encuesta

**Elaboración:** Autores

La perspectiva con que los estudiantes abordan este asunto es aún más interesante. Ellos desconocen en gran medida todo lo relacionado con el diseño curricular de su propia carrera, sin embargo, al abordar el tema de la inclusión intercultural, lo hacen desde perspectivas tan diversas y a la vez tan parecidas, que da la medida de la marcada y urgente necesidad de transversalizar la interculturalidad en la formación de este ingeniero. En todos los casos se posicionan en sus propias experiencias, como parte de grupos étnicos definidos cultural e idiosincráticamente.

5.- *Los estudiantes y los miembros de la Unidad académica ven en la interculturalidad una oportunidad para potenciar sus competencias docentes, académicas y profesionales.*



**Gráfico 5.**

Respuesta pregunta 5 – Encuesta

**Elaboración:** Autores

Otros estudiantes, se orientan más a la neutralidad, y asumen posturas más conformistas y menos transgresoras de la realidad impuesta. En este caso resultó llamativo un criterio que planteaba que las

diferencias culturales son necesarias y son fundamentales para mantener las diferencias sociales. Este discurso definitivamente está marcando una postura que trasciende lo académico, pero que refleja parte de esa propia variedad intercultural en que se constituye la propia carrera Ingeniería en Tecnologías de la Información.

Otro grupo de estudiantes, expresaron criterios que se mueven desde sus propias experiencias de marginación social y cultural y ven este espacio, como el contexto adecuado para exponer sus puntos de vista al respecto. De modo general proyectan mucha aceptación de una postura de inclusión intercultural, que se salga de las campañas políticas y se refleje a niveles tan básicos como la formación profesional.

Uno de los estudiantes afroecuatoriano, planteó que la inclusión intercultural es una verdadera conquista para los que hemos sido menos favorecidos en este país, por nuestro origen y por cuánta plata podemos tener. Por eso es importante que se nos enseñe, que se nos forme como profesionales desde el respeto a lo intercultural, a lo diverso a lo opuesto, nos hace dar un paso de avance y crecer.

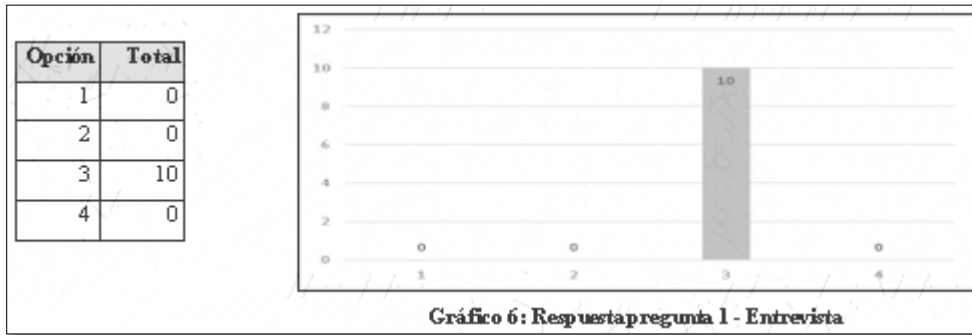
Estas reflexiones son claras y transparentes y reflejan casi de forma directa, la necesidad que ha estado latente, de la inclusión intercultural como un elemento de orden en el desarrollo social de la nación ecuatoriana. Así lo hace saber otro estudiante, mestizo, quien argumentaba que este es un país multicultural, y, por tanto, esa multiculturalidad debe reflejarse en cada proceso social que se lleve dentro de la nación, incluida la formación universitaria.

De modo general se observó por parte de los estudiantes, una postura marcadamente positiva con relación a la inclusión de la interculturalidad en el mesocurrículo de la carrera, en el diseño curricular, en las materias, y en la forma de evaluación de esas materias.

Resulta significativo hasta este punto, el hecho de que para la mayoría queda clara la importancia de la inclusión intercultural en la formación universitaria. Sin embargo, lo que queda menos claro es la necesidad de que esta perspectiva de interculturalidad también se deba tomar en consideración en la formación de un ingeniero, que de alguna forma se sobrepone a lo cultural y se centra en lo puramente tecnológico. No obstante vale recalcar, que justamente hacer esa conciencia es una de las intenciones de la presente investigación.

Se realizó una entrevista a los graduados (10 en total) y que se puede observar en el anexo 5, versó sobre las siguientes preguntas afirmativas:

*1.- Los graduados de la carrera desde su perspectiva visionan la interculturalidad como un aporte fundamental para dar solución a los problemas sociales.*



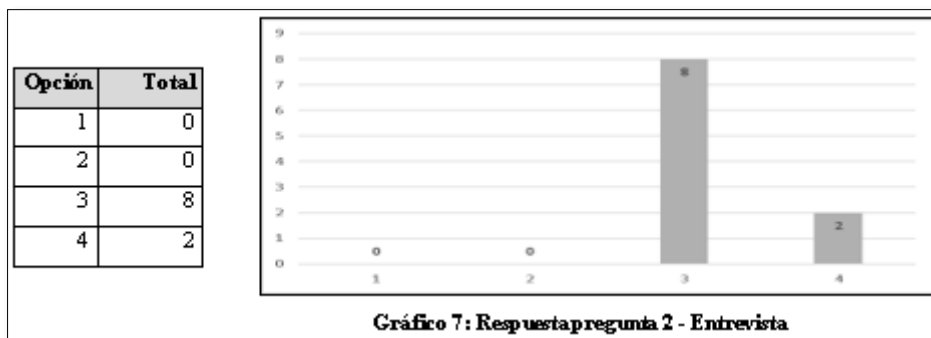
**Gráfico 6.**

Respuesta pregunta 6 – Encuesta

**Elaboración:** Autores

Los graduados encuestados se posicionan de modo general en un punto medio entre estudiantes y académicos. Su postura es más abierta a la inclusión intercultural y consideran necesario que esto se refleje en el mesocurrículo. Sin embargo, en algunos casos se muestran reservados sobre si fuera o no efectivo incluir estos aspectos relacionados con la interculturalidad en este tipo de carrera más orientada a la tecnología que las ciencias sociales.

*2.- Es importante la evaluación de la carrera para mejorar los perfiles de egreso de los profesionales en T.I. considerando el eje de interculturalidad de manera integral.*



**Gráfico 7.**

Respuesta pregunta 7 – Encuesta

**Elaboración:** Autores

Los entrevistados en términos generales, consideran que la evaluación de la carrera es más que un requerimiento de los organismos de control de la educación superior; es fundamental para un proceso eminente de retroalimentación y mejoramiento continuo, pues permite validar la pertinencia y el perfil de egreso de los profesionales. Manifestaron que el perfil de egreso en las actuales condiciones debe ser fortalecido, a través del diálogo de saberes con cada uno de los sectores sociales, productivos, empresariales y gremiales pues sin lugar a dudas, son fuente principal para establecer mejoras en el currículo de las materias que conforman la malla curricular de la carrera.

La entrevista realizada a modo de grupo focal enriqueció significativamente estos resultados. Se puso en un mismo espacio a estudiantes, egresados y académicos y se la condujo a la reflexión, primero, sobre el estado actual de la interculturalidad en la formación del Ingeniero en Tecnologías de la

Información; y segundo, sobre su posición para conducir al cambio necesario de hacer de la inclusión intercultural, un eje que transversalice toda la formación universitaria del Ingeniero en Tecnologías de la Información.

Sobre el estado actual de la inclusión intercultural en la carrera, los criterios son similares a los antes comentados, que fueron obtenidos en la encuesta aplicada. Hay muchos elementos que indican que está clara para muchos la importancia de la inclusión intercultural y queda claro además, que el mesocurrículo, la malla curricular y el sistema de evaluación, son probablemente los espacios más idóneos donde se debe hacer patente la inclusión de la interculturalidad.

Sin embargo, también queda claro, que las resistencias mostradas por las autoridades académicas no solo han sido quienes han frenado la inserción de la inclusión intercultural en el espacio del mesocurrículo de la Ingeniería en Tecnología de la Información, sino que además, pueden ser las fuerzas que aún a pesar de que se expresa de varias formas su importancia y necesidad, sigan frenando el proceso. Es por lo que este espacio de reflexión conjunta fue muy relevante, porque en muchos casos se lograron vencer, al menos a un nivel elemental, algunas de las mayores resistencias encontradas.

Al margen de todos estos aspectos, la posición general es favorable y se logró establecer una manera de compromiso de facilitar el tránsito y de hacer que la inclusión intercultural sea desde ya, un eje transversal en el mesocurrículo de la Ingeniería en Tecnologías de la Información. Para ello se propusieron algunas posibles acciones que se recogen en el capítulo IV de esta tesis, donde en esencia se expresa la voluntad de la mayoría que hacer de la formación de este ingeniero, una formación multicultural, donde el respecto a las diferencias sea la palabra de orden, donde el propósito socio de este profesional no se centre únicamente en la tecnología, sino en el ser humano, distinto, y particular que consume esa tecnología, en función de su cultura, de nivel socioeconómico y de sus peculiaridades como ser humano.

### **Conclusiones y recomendaciones**

La importancia, la pertinencia y la necesidad social de la inclusión de la interculturalidad son reconocidas e identificada por los miembros de la comunidad universitaria.

Se evidenció la necesidad de una transformación social que haga del profesional en Ingeniería en TI, una persona más comprometida e interesada por los problemas sociales, potenciar sus actitudes de cooperativismo, trabajo en equipo, respeto, tolerancia, compromiso social en atención a situaciones diversas que les permitan desarrollarse en el espacio profesional.

Las posturas más conservadoras con relación a la inclusión de la interculturalidad fueron mostradas por los académicos, los cuales en el propio transcurso de la investigación movieron sus posturas de un plano más resistente, a una mayor flexibilidad.

Los graduados y los estudiantes resaltan el valor de una formación intercultural, su interacción con los docentes y autoridades académicas facilitando que estos últimos se mostraran más positivos y en mejores condiciones de enfrentar el proceso de inclusión de la interculturalidad.

Asesorar a las autoridades académicas de la carrera de Ingeniería en TI, en la aplicación de una alternativa metodológica, que observe el modelo educativo y modelo pedagógico de la IES, de modo



que permita transversalizar el enfoque de interculturalidad en el mesocurrículo de la carrera, y 00000000000000000000000000000000 se refleje, tanto en la malla curricular, como en los sistemas de evaluación de las diferentes materias que conforman las unidades curriculares.

#### Referencias

Del Basto, L. (2005). Reflexión sobre el currículo universitario desde la teoría discursiva de la educación. *Red de Investigación Educativa*. Recuperado de <http://revista.iered.org>

Habermas, J. (1994). Conocimiento e interés. *Ideas y Valores*.

Jordán, A. (1995). *Diálogo intercultural: por un nuevo pacto social en la educación superior*. Quito, Ecuador: FLACSO.

Larrea, E. (2014). *El currículo de la educación superior desde la complejidad sistémica*. Quito, Ecuador. Recuperado de <https://tinyurl.com/y7arlu7t>

Rivadeneira, M. (2013). *Diálogo intercultural: por un nuevo pacto social en la educación superior*. Recuperado de Universidad Politécnica Salesiana: Recuperado de <https://tinyurl.com/y7pkzq9q>

Valverde, L. (2010). *Educación para la paz y el interculturalismo como tema transversal*. Barcelona, España: Oikos-Tau.

# 4

Análisis de desempeño en velocidad de transacciones de gestores de bases de datos relacionales.

*Robert Wilfrido Moreira Centeno  
Oscar Armando González López  
Edwin Rene Guamán Quinche*

## **Análisis de desempeño en velocidad de transacciones de gestores de bases de datos relacionales.**

**Mg. Robert Wilfrido Moreira Centeno**  
robert.moreira@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Oscar Armando González López**  
oscar.gonzalez@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Edwin Rene Guamán Quinche**  
edison.almeida@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

El presente trabajo adopta una metodología descriptiva enfocada en el rendimiento al momento de ejecutar transacciones en una misma aplicación hacia tres distintos gestores de bases de datos, los resultados son evaluados siguiendo un método comparativo después de la ejecución. Una estructura de datos es el soporte básico de información de cualquier aplicación informática, la diferencia fundamental entre los diversos tipos está dada por los métodos de ingreso y extracción de los que dispone cada una, así son ejemplos las conocidas listas, pilas, colas, árboles, grafos usan las conocidas formas como LIFO (Last In, First Out), FIFO (First In, First Out), INORDEN, PREORDEN, POSTORDEN; otras más evolucionadas como los archivos comunes que se conocen tienen ya interfaces gráficas que evitan al usuario saber detalles internos del sistema que se traducen en funciones de lectura y escritura y una última es, este conjunto ampliamente usadas como las bases de datos relacionales entre las cuales se cita a MariaDB, Oracle, PostgreSQL, MySQL, SQLserver entre otros, que usan los denominados LMD (Lenguaje de Manipulación de Datos), éste último aspecto es el que se centra la presente investigación. El LMD se puede usar entre líneas de programación para ejecutar operaciones desde una aplicación hacia un sistema gestor de base de datos, pero otro mecanismo de usarlo es crear objetos que contengan LMD en el propio gestor de bases de datos y no en la aplicación en cuyo caso resultan lo que se denomina meta lenguaje Programming Language/Structured Query Language (PL SQL), que ayuda a reducir la cantidad de código que se utiliza del lado de la aplicación, enviando lógica del negocio a las bases de datos y a su vez, haciéndola eficiente al momento de trabajar. El contexto a discutir parte del uso de los gestores de bases de datos los cuales son Oracle, PostgreSQL y SQL Server 2016, con una aplicación que usa el método de acceso JDBC, en una aplicación desarrollada con el lenguaje de programación Java.

**Palabras claves:** Desempeño, Base, Datos, PLSQL, SQL.

### **Abstract**

This paper adopts a descriptive methodology focused on the performance at the time of executing transactions in a single application to three different managers of databases, the results are evaluated following a comparative method after the execution. A data structure is the basic information of any computer application support, the fundamental difference between the various types is given by the methods of entry and removal available to each, thus are examples known lists, stacks, queues, trees, graphs using familiar forms as a LIFO (Last In, First Out), preorder, FIFO (First In, First Out),

INORDEN, POSTORDEN; other more evolved as the common files that are known already have graphical interfaces that avoid the user to know internal details of the system that translates into functions of reading and writing, and a last is this set widely used as the basis of relational data including among them is cited to MariaDB, MySQL, Oracle, PostgreSQL, SQL Server among others, using the so-called LMD (data manipulation language), this last aspect is what focuses the present investigation. The LMD can be used between lines of programming to run operations from an application to a database management system, but another mechanism to use it is to create objects that contain LMD own database manager and not in the application in which case res ultan called goal Programing Language/Structured Query Language (PL SQL) language, which helps to reduce the amount of code that is used on the side of the application, by sending the business logic to data bases, and at the same time, making it efficient at the time of work. The context to discuss part of the use of managers of databases which are Oracle, PostGresql, and SQL Server 2016, with an application that uses the JDBC access method, in an application developed with the an application that uses the JDBC access method, in an application developed with the Java programming language.

**Key words:** Performance, Base, Data, PLSQL, SQL.

### Introducción

Las bases de datos relacionales como estructuras de datos básicas de un sistema tienen varias formas de interactuar con un programa, pues se pueden realizar operaciones de LMD desde una aplicación o también encapsularlas en un bloque PLSQL de un gestor de bases de datos, ¿Cuál de las dos soluciones es la más óptima? Las primeras aplicaciones usaban para guardar información las denominadas tarjetas perforadas las cuales contenían formato binario para ser leído y luego almacenado en unidades de disco de los primeros computadores, desde ese entonces hasta las modernas bases de datos relacionales, han ocurrido cambios en la forma de procesar datos con tal de cumplir las expectativas de la información en autenticidad, integridad y disponibilidad.

Se propone en esta investigación abordar desde una perspectiva práctica métodos de registro de información para evaluar el comportamiento en el tiempo y cantidad de transacciones de una base de datos.

Las operaciones en las que se divide el lenguaje de manipulación de datos son 4: Select que permite seleccionar, Update que permite modificar, Insert para agregar y Delete para eliminar, todos ellos funcionan en un conjunto de uno o varios registros de bases de datos; estas formas del LMD se encapsulan en lo que denomina métodos de conexión, lo cual es un puente entre un gestor y un aplicación que físicamente se constituye en un archivo de extensión jar.

Para este artículo en punta se usaron 3 archivos JDBC, uno para postgresql, otro para SQLserver y otro para Oracle. Se usó lenguaje de manipulación de datos desde la aplicación y objetos PL SQL para inserción de registros en un periodo de un minuto, el resultado se evalúa por método comparativo para saber cuál es el rendimiento individual por gestor.

Al finalizar este artículo y el taller que se propone, se concluye en que existen formas de determinar rendimientos para el desarrollo de software en el caso particular de las bases de datos, lo cual en ambientes de producción y desarrollo pueden resultar en óptimos tiempos de funcionamiento y se constituyan en pilares para las técnicas de programación.

### Introducción al problema

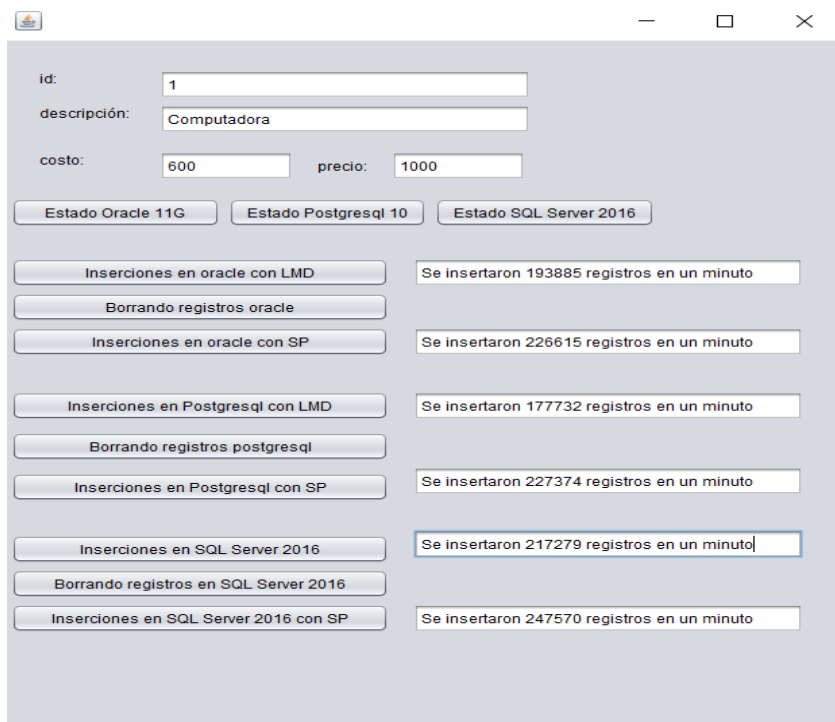
Existen muchas formas de registro de datos desde una aplicación, tales como los objetos relacionales de datos, servicios web de consulta, script generados automáticamente por parte de aplicaciones, es necesario a la hora de abordar un problema con una técnica adecuada hacer las comparaciones que en términos mesurables permitan asegurar mayor velocidad de rendimiento en aplicaciones.

Las bases de datos relacionales han evolucionado en la última década, muestra de ello es que varias marcas como Sybase se quedaron en el camino al no evolucionar hacia las tendencias web, hoy inclusive los más modernos gestores evolucionan a tendencias móviles, este tipo de artículo se constituye en vital para poder realizar otros tipos de experimentaciones que lleven al hecho de que es mejor al momento de crear software.

### Metodología

Se analiza un caso en particular, cuyo resultado es tomado para extraer conclusiones de carácter general, se elige por tanto el un método comparativo que permitirá una investigación más clara para una explicación eficiente.

El uso de JDBC en una aplicación realizada en JAVA y la conexión a múltiples gestores de bases de datos, se realiza a través de una sola interface según la metodología descriptiva para predicción e identificación de la característica velocidad para 3 gestores de bases de datos.



**Figura 1.**  
Pantalla de la aplicación

Se usaron los siguientes procedimientos almacenados.

```
--*****ORACLE*****
--TABLA DE ORACLE
```

```
create table PRODUCTO
(
  ID_PRODUCTO          VARCHAR2 (10) ,
  DESCRIPCION          VARCHAR2 (20) ,
  COSTO                NUMBER (7,2) ,
  PRECIO               NUMBER (7,2)
);

--PROCEDIMIENTO ALMACENADO CON ORACLE

create or replace PROCEDURE PA_INSERTARPRODUCTO (PIDPRODUCTO IN
PRODUCTO.ID_PRODUCTO%TYPE, PDESCRIPCION IN
PRODUCTO.DESCRIPCION%TYPE,
PCOSTO IN PRODUCTO.COSTO%TYPE, PPRECIO IN PRODUCTO.PRECIO%TYPE)
AS
BEGIN
INSERT INTO PRODUCTO VALUES
(PIDPRODUCTO,PDESCRIPCION,PCOSTO,PPRECIO) ;
END PA_INSERTARPRODUCTO;

  --PRUEBA
  CALL PA_INSERTARPRODUCTO (1, 'CHOCOLATE',10,10) ;

--
*****POSTGRESQL*****
--TABLA DE POSTGRESQL

create table PRODUCTO
(
  ID_PRODUCTO          VARCHAR (10) ,
  DESCRIPCION          VARCHAR (20) ,
  COSTO                NUMERIC (7,2) ,
  PRECIO               NUMERIC (7,2)
);
```

```
--PROCEDIMIENTO ALMACENADO EN POSTGRESQL (EL %TYPE NO SE USA CON
LOS TIPOS DECIMALES, SE USA DIRECTAMENTE FLOAT PARA QUE EL
PROCEDIMIENTO ALMACENADO TOME LOS PARAMETROS

-- COMO "DOUBLE PRECCISSION", CASO CONTRARIO LOS TOMARIA COMO
"NUMERIC" Y NO SE RECONOCE EN LAS LLAMADAS DESDE JAVA

    create or replace function PA_INSERTARPRODUCTO(PIDPRODUCTO
PRODUCTO.ID_PRODUCTO%TYPE,

    PDESCRIPCION PRODUCTO.DESCRIPCION%TYPE,

    PCOSTO FLOAT,PPRECIO FLOAT) returns void as $$

Begin

    INSERT INTO PRODUCTO VALUES
(PIDPRODUCTO,PDESCRIPCION,PCOSTO,PPRECIO);

end;

$$ LANGUAGE plpgsql;

--PRUEBA

SELECT PA_INSERTARPRODUCTO('1','CHOCOLATE',10,10);

    select * from
PA_INSERTARPRODUCTO('1','Computadora',600.0,1000.0)
--
*****SQLSERVER*****

--TABLA DE SQLSERVER

create table PRODUCTO

(

    ID_PRODUCTO          VARCHAR(10) ,

    DESCRIPCION          VARCHAR(20) ,

    COSTO                NUMERIC(7,2) ,

    PRECIO                NUMERIC(7,2)

);

--PROCEDIMIENTO ALMACENADO EN SQLSERVER

CREATE PROCEDURE PA_INSERTARPRODUCTO

(@PIDPRODUCTO VARCHAR(10) , @PDESCRIPCION VARCHAR(50) , @PCOSTO
NUMERIC(7,2) , @PPRECIO NUMERIC(7,2))
```

```

AS

BEGIN

INSERT INTO PRODUCTO VALUES (@PIDPRODUCTO, @PDESCRIPCION ,
@PCOSTO, @PPRECIO)

END

GO

--PRUEBA

EXECUTE PA_INSERTARPRODUCTO '1', 'Zully Cedeño', 3,3;
    
```

### Resultados

La tabla que sigue, detalla una comparación hecha entre los gestores de bases de datos relacionales Postgresql 10, Oracle 11G y SQL Server 2016, usando lenguaje de manipulación de datos y llamadas a procedimientos almacenados desde una aplicación.

**Tabla 1.**  
Rendimiento de SP Y LMD

	Lenguaje de Manipulación de Datos (LMD)	Procedimientos almacenados (SP)	Rendimiento de PL SQL
ORACLE 11G	193.885	226.615	117%
POSTGRESQL 10	177.732	227.374	128%
SQL SERVER 2016	217.279	247.570	114%

Fuente propia, 29 de octubre de 2018

El objeto Connection es el principal objeto utilizado para proporcionar un vínculo entre las bases de datos y una aplicación en Java, y el objeto CallableStatement permite la invocación de procedimientos almacenados.

**Tabla 2.**  
Rendimiento de SP Y LMD

Código para implementación usando LMD	Código en java para implementación usando Store Procedure
<pre> Statement sentencia;  sentencia = getConnection().createStatement(ResultSet.TYPE _FORWARD_ONLY, ResultSet.CONCUR_READ_ONLY);  sentencia.executeUpdate(sql);                     </pre>	<pre> CallableStatement cst = cn.getConnection().prepareCall("{call PA_INSERTARPRODUCTO (?,?,?,?)}");                     </pre>

Fuente propia, 29 de octubre de 2018

La implementación del presente caso de estudio utiliza los drivers jdbc correspondiente a los 3 gestores en estudio.



## Discusión

Se establece lo siguiente:

- Se debe evaluar las condiciones en las que el uso de PLSQL es factible en función del cambio tecnológico de una empresa.
- Se debe de evaluar la ventaja de la técnica con respecto a líneas de programación y lógica del negocio.
- Se debe evaluar si la velocidad es una característica deseable de acuerdo al rendimiento requerido por una organización y que este artículo sirve como punto inicial para nuevas discusiones frente a otras formas de estructuras de datos como bases de datos orientada a objetos.

## Conclusión

El uso de PL SQL para creación de objetos dentro de un motor de base de datos, optimiza en cantidad de transacciones al ingreso de registros que puede enviar una aplicación a través de JDBC.

El uso de PL SQL puede crear objetos que simplifiquen la forma de control de consistencia de la base de datos, ayuda a reducir la cantidad de código que se utiliza del lado de la aplicación, enviando lógica del negocio a las bases de datos.

## Agradecimiento

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y equipo de investigación quienes participaron activamente en el presente trabajo.

## Referencias

*A PostgreSQL extension for continuous path and range queries in indoor mobile environments.* (2014). Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574119213001211>

*Automated generation of (F)LTL oracles for testing and debugging.* (2018). Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121218300281>

Gracia del Busto, Hansel, Yanes Enríquez, Osmel. (2012). Bases de datos NoSQL. Recuperado de <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/74/74>.

*Gestores de referencias de última generación: análisis comparativo de RefWorks, EndNote Web y Zotero.* (2009). Recuperado de <http://eprints.rclis.org/13955/1/GestoresEPI.pdf>

# 5

Diagnóstico a los proyectos  
informáticos utilizando la metodología  
de diseño de proyectos de la  
Universidad Politécnica de Cataluña.

*José Antonio Bazurto Roldán*

*Brenda Bravo Díaz*

*Johnny Javier Larrea Plúa*

## **Diagnóstico a los proyectos informáticos utilizando la metodología de diseño de proyectos de la Universidad Politécnica de Cataluña.**

**Dr. José Antonio Bazurto Roldán**  
Jose.bazurto@live.uileam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Dra. Brenda Bravo Díaz**  
bbravod@ipn.mx  
Instituto Politécnico Nacional-México

**Dr. Johnny Javier Larrea Plúa**  
johnny.larrea@live.uileam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo es diagnosticar los proyectos informáticos (DPI) aplicando la metodología de diseño de proyectos, de la Universidad Politécnica de Cataluña (MDP-UPC), En este sentido, se detectaron hallazgos en la formulación de proyectos informáticos (PI), tales como: errores al establecer los recursos de diseño, que podrían provocar la cancelación de proyectos y afectación de la imagen organizacional y/o profesional. La unidad de análisis estuvo compuesta por 30 profesionales que laboran en el área Informática de las empresas pesqueras del sector privado del cantón Manta en proyectos de desarrollo y gestión de aplicaciones informáticas, infraestructura de redes y telecomunicaciones, base de datos, seguridad informática, consultoría y servicio técnico analizados en el período 2015-2016. Como resultado de la investigación, se detectó que el 63,33% de los PI tienen falencias en la identificación y formulación del problema, diagnósticos y conflictos mal planteados; en general el 60% de los proyectos muestran una línea base inadecuadamente definida. Se detectó que el conflicto ocurre en la etapa de pre factibilidad, de allí que se prevé buscar solución mediante el desarrollo de una guía de procesos y procedimientos que permita formular el diagnóstico y diseñar el proyecto a nivel de factibilidad acorde a los requerimientos de los clientes.

**Palabras claves:** Gestión de proyectos, Metodología de gestión de proyectos informáticos, Diseño de proyectos.

### **Abstract**

The objective of this work is to diagnose computer projects (DPI) applying the project design methodology of the Polytechnic University of Catalonia (MDP-UPC). In this sense, findings were detected in the formulation of computer projects (PI), such as errors in establishing design resources, which could cause the cancellation of projects and affect the organizational and / or professional image. The analysis unit was composed of 30 professionals who work in the Computer Area of the fishing companies of the private Manta canton in projects of development and management of computer applications, network and telecommunications infrastructure, database, computer security, consulting and service analyzed in the 2015-2016 period. Because of the research, it was detected that 63.33% of the PIs have shortcomings in the identification and formulation of the problem, diagnoses and conflicts that are poorly posed; In general, 60% of the projects show an inadequately defined baseline. It was detected that the conflict occurs in the pre-feasibility stage; hence, it is expected to find a solution through the development of a process and procedure guide that allows the diagnosis and design of the project at the feasibility level according to the requirements of the clients.

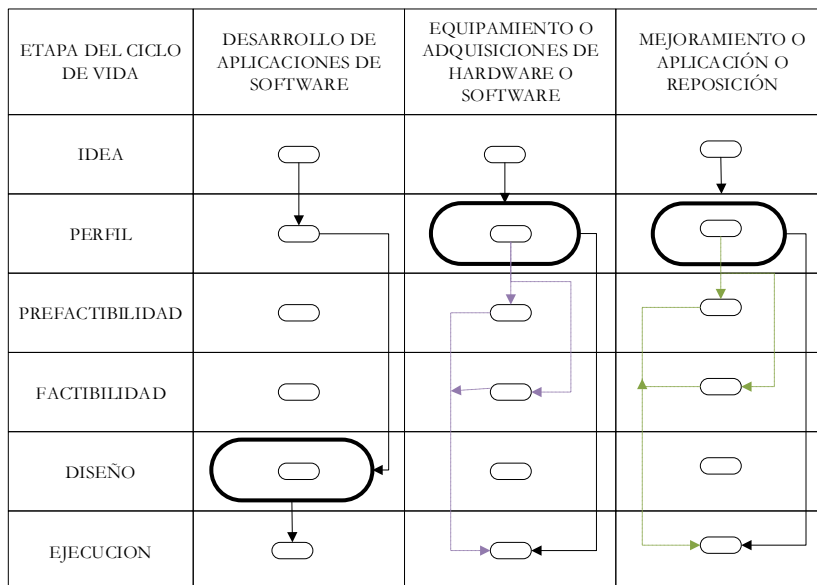
**Key words:** Project management, Methodology IT Project Management, Project design.

## Introducción

Las organizaciones públicas o privadas tienen definidas su filosofía empresarial estratégica, la misión, visión y políticas, coexistiendo influencias directas acorde a la finalidad del negocio, sus metas están alineadas e identificadas con las oportunidades del mercado materializadas a través de la implementación exitosa de proyectos (Otero, Pastor y Portela, 2015).

En la mayoría de los casos, la implementación coherente, planificada, favorable y eficaz de PI puede ser difícil y estar expuesta a problemas identificados en el diagnóstico con suficiente información, que permitan establecer soluciones inteligentes contribuyendo a eliminar necesidades insatisfechas. Lamentablemente, la aplicación de variadas metodologías de GP, no permiten plantear soluciones adecuadas para formular PI en escenarios optimistas, conservadores o pesimistas en un contexto con incertidumbres y riesgos. La GP debe ser aplicada de forma diferencial en función del PI específico (Cassanelli, 2012). Por su parte, el Project Management Institute (PMI) establece que la MGP desarrollada, está diseñada como una guía doctrinal del Project Management Body of Knowledge (PMBOK), es un texto específico de esta área, es una guía adecuada y completa para el logro de objetivos y desarrollo de actividades en un proyecto aplicando técnicas y herramientas (PMI, 2014).

Ahora bien, en el marco del ciclo de vida de los proyectos, la tipología de PI se establece en tres tipos: aplicaciones de desarrollo de software, equipamiento o adquisiciones de hardware-software y mejoramiento, ampliación o reposición de hardware-software (Gráfico 1) (MIDEPLAN, 2011). Adicionalmente, los PI requieren información básica para su desarrollo.



**Gráfico 1.**

Tipología de proyectos informáticos.

**Fuente:** Autores, Ecuador, 2018.

Los PI se enmarcan en el campo amplio y específico de TIC; el campo detallado, uso de computadoras, diseño y administración de redes y base de datos, desarrollo y análisis de software (SENESCYT, 2011). Además, existen coherencias entre las tipologías de PI con el área de ciencias, la sub área de informática con los campos: concepción de sistemas, programación informática, procesamiento de datos, redes, sistemas operativos y elaboración de programas informáticos (ULEAM, 2016).

En su contexto general, en el sector público y privado del Ecuador, en las Áreas de TIC, se ha detectado inadecuada formulación del DPI, provocando a las organizaciones una equivocada determinación de recursos para su operación, generando incremento de costos en las etapas de inversión y operación de un proyecto específico. Esto puede provocar cancelación de proyectos y afectación a la imagen organizacional-profesional. Además, se identificaron los errores más comunes en los diagnósticos de formulación de PI que permiten revelar a los técnicos de diseño, aspectos necesarios para concluir exitosamente un proyecto. También, se ha observado una baja valoración e importancia a la GP, quizás podría ser ésta una de las razones para que los diagnósticos de la formulación de PI presenten errores en la fase de pre inversión (factibilidad y diseño); a esto agregar que muchas veces se trabaja con equipo técnico improvisados sin formar equipos multidisciplinario especializados. Asimismo, para el desarrollo de proyectos no se utilizan herramientas de gestión; y, la información que se utilizan es subjetiva y empírica (Bazurto, 2018).

Al respecto Kalenatic, Mancera, Moreno y González (2011) citado por Bazurto (2018), establecen que la MGP integran herramientas conceptuales de gerencia de proyectos, logística de recursos, interacción de equipos multidisciplinarios e iteración de actividades sistémica; de esta forma, la MGP permite realizar un análisis integral para el diseño de proyectos, a partir de la idea e identificación del problema hasta el diseño del proyecto solución. Además, Kalenatic et al. (2011), citado por Bazurto (2018), indican que los antecedentes diagnósticos de un proyecto permiten encontrar propuestas que combinan parcialmente la base conceptual de la GP.

Al iniciar la formulación del diseño de un PI, frecuentemente el proyectista se interesa en enriquecer y buscar pautas para identificar el diagnóstico, sin embargo, tiene limitaciones sin saber por dónde iniciar. Una de ellas es alinear los objetivos a los factores: cantidad, calidad, costo y tiempo (C4) (Bazurto (2018).

En la formulación de PI, variando el alcance, variarán los costos y el tiempo de ejecución, a menos que se utilicen más recursos. La experticia empírica permitió detectar los siguientes problemas:

- a. Dificultad para fundamentar: diseño, ejecución, monitoreo y evaluación del proyecto.
- b. Inadecuada formulación de proyectos: sin claridad identificación del problema-conflicto y relación causal.
- c. Diagnósticos erróneos e incompletos: descripción de datos irrelevantes, sistematización inadecuada e incoherencias de la relación causas-problema-conflicto.

Así, los problemas descritos ocasionan los siguientes efectos:

- a. Alcance impreciso: objetivos incoherentes a nivel de componentes, propósito y fin.
- b. Alto riesgos de ejecución exitosa: diseño desactualizado.
- c. Indefinición de hitos de control: indicadores irreales.

### **Importancia del problema**

Se inicia precisando la existencia de gran variedad de definiciones de proyecto, sin embargo, particularmente se le define como: solución inteligente que resuelve necesidades humanas, mediante el desarrollo de actividades en un plazo delimitado, para el logro de objetivos específicos propuestos, a

través de recursos determinados y liderados bajo la responsabilidad o gerencia de un ejecutor (Bazurto-Roldán, J., 2018).

La aproximación al objeto de estudio se inició con el análisis de la situación actual de la GPI en las empresas pesqueras del sector privado del cantón Manta, en proyectos de desarrollo y gestión de aplicaciones informáticas, infraestructura de redes y telecomunicaciones, base de datos, seguridad informática, consultoría y servicio técnico analizados en el período 2015-2016. En la investigación se recopiló datos e información para su desarrollo y de esta manera se estableció una línea base. En este sentido, el PMI (2014) citado por Bazurto (2018), determina que debe asignarse responsabilidades de la dirección de los proyectos bajo su competencia que abarque funciones de apoyo para la dirección de proyectos, hasta la responsabilidad de gerenciarlos.

El objeto de la investigación tiene interés científico y social, motiva la elección del tema, su aplicación y teorías de GP, los aportes del ejercicio profesional permiten establecer hallazgos para fortalecer la data empírica, se aplicó criterios coherentes, desde la fase de definición hasta el cierre del PI; esto, ocasiona retrasos en la planificación, variaciones de presupuestos e inconsistencias técnicas descuidando el cumplimiento eficaz de los indicadores de resultados.

Se identificaron los errores más comunes en los diagnósticos de la formulación de PI aplicando la MDP-UPC. Esta es considerada una metodología de diseño de proyectos madura y estable, trabajada y aplicada desde hace más de 30 años en el Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña. La MDP-UPC está vinculada con la metodología del marco lógico para mostrar cómo el diseño se relaciona con otras MGP, aunque que el diseño no siempre está presente en la Dirección de proyectos (FUNIBER-UNINI, p. 25).

Según Rosado (2013), el estudio reflexivo de la Dirección de proyectos (MGP), en todos los sectores permite orientar a las organizaciones a implementar PI generando una cultura de proyectos. Sin embargo, se desconoce el proceso de desarrollo de su teoría. Por tanto, se espera contribuir en las mejoras de diagnósticos de la formulación de PI acorde a las necesidades organizacional, al marco conceptual, metodológico y a la dotación de herramientas para la GP, citado por Bazurto (2018).

Se incluyeron aportes de originalidad y oportunidad del estudio sobre la data empírica en el desarrollo de la investigación, cuyos resultados contribuyen al interés de la comunidad científica y de la unidad de análisis. Además, permitió la articulación con los supuestos lógicos que agregan valor a los procesos de la GPI dentro del Área de TIC de las organizaciones públicas y privados del cantón. Se aplicó la MDP-UPC, se pronosticó la transferencia de conocimientos, técnicas y procedimientos del proceso de enseñanza de conceptos abstractos con la praxis a partir del aprender-haciendo a un aprender-enseñando.

Se comparó la meta datos y resultados científicos, validando información obtenida de las fuentes bibliográficas. Además, permitió determinar un completo diagnóstico en la formulación de PI, donde la línea base tenga variaciones controlables con bajo impacto social negativo en la fase de ejecución.

En el desarrollo de esta investigación, también se muestran indicadores que evidencian la disminución de costos, optimización de recursos y efectividad a nivel de metas, donde los resultados del impacto directo de los PI son correlativos y coherentes en la ejecución física-financiera. En este sentido, se proyectó que las Áreas de TIC, tienen la necesidad e interés de mejorar en la gestión y dirección de PI. Pese a la existencia de otras líneas base de diagnóstico de PI es importante contar con nuevos aportes para mejorar la profesionalización e incentivo disciplinar de uso y cultura de GP.

Finalmente, se aportó a la comunidad científica la gestión del conocimiento y un nuevo enfoque para diagnosticar PI aplicando la MDP-UPC; los criterios de la investigación no son absolutos en su cuerpo doctrinal, por el contrario, son fuentes referentes de línea base, incrementando las competencias del saber, aunque su ocurrencia básica se da al iniciar esta línea de investigación o cuando un interés inusual estimule una nueva fuente de estudio (Bazurto-Roldán, J., 2018).

### **Metodología**

La investigación se enmarcó dentro del paradigma cualitativo-cuantitativo, fue estática en uno o varios cortes temporales, abstrayendo particularidades y también descriptivo, en tendencias generales con la necesidad de dar solución a los hallazgos identificados. La información se recopiló mediante trabajo de campo y sus insumos aportan en la validez de los resultados.

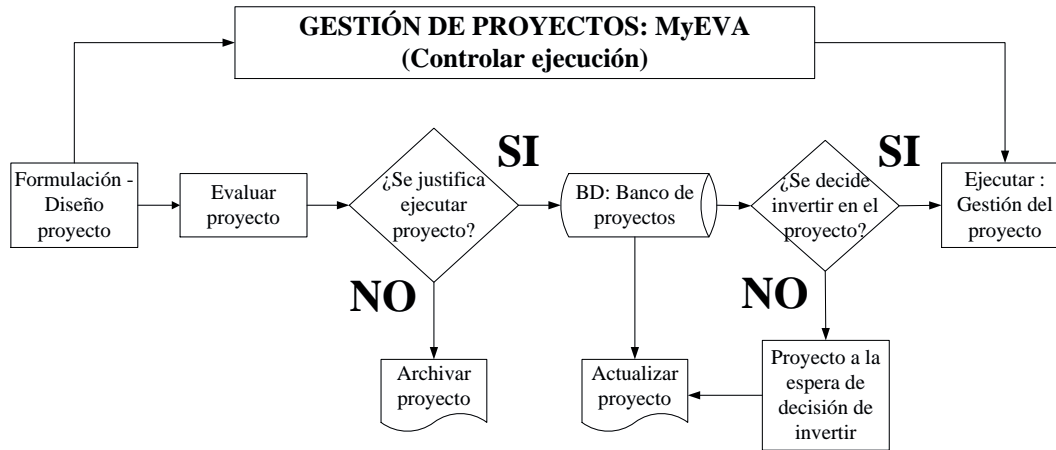
El diseño metodológico permitió describir las actividades desarrolladas para el alcance del objetivo planteado en esta investigación y la cuantificación de las variables. Se revisó la literatura relacionada con la GP y la MDP-UPC. La línea base conceptual, se inició como descriptiva y finalizó como explicativa. Fue descriptiva porque se caracterizaron los resultados de la encuesta aplicada a la muestra estratificada no aleatoria de 30 profesionales que laboran en el Área de TIC del sector organizacional público y privado del cantón Manta. El diseño de la ficha de encuesta fue semiestructurado cerrada con escala de Likert de 5 valores. Para el análisis de datos, se aplicó la estadística descriptiva sobre los resultados más relevantes de GPI, detección de errores frecuentes en el diagnóstico de formulación del PI, aspectos incorrectos aplicando MGP en la formulación del diagnóstico y el problema.

Un requisito esencial para formular adecuadamente diagnósticos de PI, es identificar el problema central y determinar los factores relacionados con la ocurrencia de tal situación en el contexto del área de diagnósticos. El diagnóstico es el proceso previo al diseño del proyecto solución (PS), genera información esencial y datos más relevantes, sistémicos y completos del proyecto solución a diseñar.

En la preparación del PI, se recomienda realizar la identificación de la idea de proyecto, hasta el comienzo de la etapa de análisis, incluyendo la definición e identificación de involucrados, problemas y objetivos; así como, determinar alternativas técnicas y culminar el diseño a detalle aplicando la MDP-UPC. Considerar las razones para determinar el éxito o fracaso de un PI; para el efecto es pertinente identificar adecuadamente el problema central específico que causa el conflicto, al que se dará solución.

Estratégicamente el problema se describe como una situación a resolver, lo suficientemente amplia para apreciar la tendencia actual de la situación enfocada, la descripción de su ocurrencia, la identificación del grupo humano afectado por la situación-problemática y el ámbito contextual geográfico donde ocurre el problema en ese instante. Esto permite recopilar información completa que oriente a la identificación y descripción del problema que da origen al proyecto para ser resuelto a través de la ejecución del PS, formulando los objetivos a lograr y los resultados a obtener, además plantear las alternativas posibles de soluciones (viabilidad-factibilidad).

Bajo este contexto, se aplicó un conjunto de procesos secuenciales para formular el PI sobre la base de la MDP-UPC, partiendo desde la identificación y definición del problema central hasta el diseño del anteproyecto o propuesta previo a la etapa de inversión en las empresas pesqueras del sector privado del cantón Manta (Bazurto y Millan, 2012), (Gráfico 2).



**Gráfico 2.**

Proceso de validación de proyectos

Fuente: Autores, Ecuador, 2018

Sobre la base de los antecedentes descritos, para realizar el diagnóstico de PI en instituciones públicas o privadas aplicando la MDP-UPC, en la fase de diseño predomina la enseñanza de conceptos abstractos aplicados a un proyecto, puede desarrollarse en un entorno virtual de trabajo colaborativo, donde los resultados del producto final, se desarrollan en base al aprender haciendo y aprender enseñando. La MDP-UPC contempla el desarrollo de 9 ejercicios que permiten ir desde el problema-solución hasta el análisis del sistema real al sistema abstracto-conceptual. Tiene una estructura secuencial en sentido anti horario para la GP, comprende desde la identificación del problema hasta el diseño, materialización de la solución y operación (Bazurto-Roldán, J., 2018). Esta metodología está estructurada en cuatro cuadrantes; en el primer cuadrante se contempla el origen relacional real-problema, el segundo representa la relación problema-abstracto, el tercer relaciona lo abstracto-solución y el cuarto cuadrante determina la relación real-solución.

La aplicación de la teoría de sistemas fundamenta el desarrollo de los ejercicios, implica partir desde el sistema problema (real-conceptual) hasta un sistema solución (también conceptual). Del sistema solución se selecciona la alternativa solución (real) óptima delimitada y definida con especificaciones técnicas, estrategias de implementación y operación con pronósticos de éxito (FUNIBER-UNINI, 2012, p. 25).

En la estructuración de la encuesta se contó con el apoyo de cinco profesionales expertos, posteriormente se aplicaron entrevistas no estructuradas para diseñar el instrumento de encuesta piloto, se adaptó los requerimientos de la investigación con base en la metodología establecida por Bernal, (2010), Regalado, (2001), Neri, García y Lino, (2014), citado por Samaniego y Pascual (2016).

Previamente, se realizó la validación del instrumento de investigación; las variables definidas interactuaron para determinar sus correlaciones, se estableció una aproximación potencial a la veracidad de la información, de esta forma se garantizó la validez y confiabilidad de los resultados alcanzados. Es decir, se buscó que el instrumento fuera idóneo, garantizando la confianza para su aplicabilidad y que cumplió con los requisitos de confiabilidad y validez (Bojórquez, López, Hernández y Jiménez, 2013).



Para determinar la confiabilidad, se utilizó la medida de consistencia interna, a través del cálculo del coeficiente del Alfa de Cronbach; cuya técnica según (Bojórquez et al. 2013) citado por (Samaniego y Pascual, 2016), no es necesario dividir en tablas diferentes los ítems del instrumento de medición. También se calculó la validez de contenido, empleando la técnica de juicio de expertos y calculando el coeficiente de concordancia de Kendall; posteriormente, se estableció la validez del constructo. Para esta validación se empleó el sistema informático estadístico SPSS versión 24.

## Resultados

Como resultado del trabajo de campo, cuya aplicación consideró para el estudio los reportes de 30 profesionales que laboran en el Área Informática de las empresas pesqueras del sector privado del cantón Manta en proyectos de desarrollo y gestión de aplicaciones informáticas, infraestructura de redes y telecomunicaciones, base de datos, seguridad informática, consultoría y servicio técnico en el período 2015-2016. Se determinó que el 26,67% lideran el Área de TIC, el 30% son Técnicos de soporte e infraestructura, el 20% Analistas y el 23,33% programadores. El 100% afirman haber participado en GPI. Los errores identificados en la formulación de PI son los siguientes:

**Tabla 1.**

Errores frecuentes en la formulación del PI

Descripción de las variables	Fa	Fr (%)
<b>Formulación del problema-diagnóstico- conflicto mal planteados</b>	19,00	63,33%
<b>Línea de base mal formulada</b>	19,00	63,33%
<b>Inadecuado análisis de oferta y demanda</b>	4,00	13,33%
<b>Diseño de proyecto errado</b>	19,00	63,33%
<b>Incoherencias en el presupuesto del proyecto</b>	26,00	86,67%
<b>Análisis financiero y económico sin sustentos</b>	26,00	86,67%
<b>Cronograma físico y financieros incoherentes</b>	22,00	73,33%
<b>Procesos no definidos</b>	19,00	63,33%
<b>Modelo de gestión mal formulado</b>	24,00	80,00%
<b>Incoherencias técnicas: procesos y áreas de GP</b>	17,00	56,67%
<b>Otras: especificar</b>	4,00	13,33%
<b>Total / Promedios</b>	<b>18,09</b>	<b>60,30%</b>

**Nota:** Variable de respuesta múltiple

**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018.

Esta es una variable de respuesta múltiple, donde los resultados de mayor ponderación se concentran en el umbral de importancia alta, donde el 63,33% de los encuestados mencionan la existencia de errores en la formulación del problema-diagnóstico-conflicto y mal planteamiento de la línea base. Estos errores inciden en la afectación organizacional, en el desempeño del área de DPI, propiciando errores en la determinación de requerimientos, dificultando la identificación de los recursos y actividades necesarios para el diagnóstico adecuado de un PI, esto podría generar cancelaciones de los mismos. El promedio de errores frecuentes es del 60,30%.

**Tabla 2.**

Errores de desarrollo: aplicación de MGP

Descripción de las variables	Fa	Fr (%)
1. Formulación del diagnóstico: identificación del problema y descripción del conflicto	30,00	100,00%
2. Formulación de objetivos	12,00	40,00%
3. Determinación de viabilidad y plan de sostenibilidad	9,00	30,00%
4. Determinación del presupuesto	13,00	43,33%
5. Desarrollo de estrategia de ejecución	19,00	63,33%
6. Formulación del seguimiento y evaluación	16,00	53,33%
Otra: Especifique	-	0,00%
Total / Promedio	99,00	55,00%

**Nota:** Variable de respuesta múltiple**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018.

Aplicando cualquier MGP (promedio de error 55%), así, el 100% coinciden, que generalmente los errores detectados en el desarrollo del PI se dan en la formulación del diagnóstico, identificación del problema y la descripción conflicto; una de las características de las MGP es la coherencia de una cadena estructurada de hipótesis con enfoque sistémico transversales en la fase de diseño.

**Tabla 3.**

Errores en formulación diagnóstica, identificación del problema y descripción conflicto al aplicar MGP

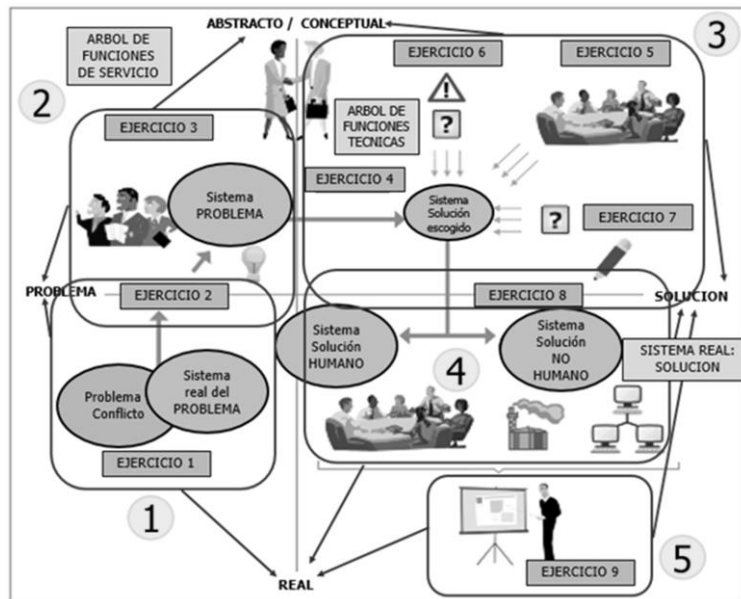
Descripción de las variables	Fa	Fr (%)
En la descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto	22,00	73,33%
En la identificación, descripción y diagnóstico del problema	28,00	93,33%
En el contexto general de ocurrencia del conflicto	23,00	76,67%
En el conflicto observado	21,00	70,00%
Problema específico que causa el conflicto y al que dará solución con el proyecto	19,00	63,33%
Descripción del sitio donde ocurre el conflicto	15,00	50,00%
Descripción del momento en que ocurre el conflicto	14,00	46,67%
Total / Promedio	142,00	71,11%

**Nota:** Variable de respuesta múltiple**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018.

Respecto a los errores detectados en la formulación del diagnóstico, identificación del problema y descripción conflicto al aplicar MGP, los errores de DPI se relacionan a la descripción del momento en que ocurre el conflicto (entre el 46,67% y el 93,33%) y establecen la identificación, descripción y diagnóstico del problema. También existen dificultades para describir el sitio donde ocurre el conflicto (50%), el 63,33% indican que se dificulta la sistematización problema-causa-conflicto-solución del proyecto; el 70% menciona que el conflicto observado no describe el malestar de los involucrados; el 73,33% no describe la situación actual del área de intervención del proyecto y el 76,67% no conciben el contexto general en el que ocurre el conflicto (76,67%).

Hipotéticamente, la inexistencia del problema en un escenario ideal de la organización pública o privada, debe contar con medios y estrategias metodológicas para determinar los requerimientos e implicaciones existentes en un PI, maximiza la eficacia en la determinación y utilización de recursos para el desarrollo y su puesta en marcha. Su promedio es superior al 70%.

En el escenario descrito, se aplicó la interacción de los procesos de inicio, planificación, ejecución, seguimiento-control y cierre del PI, se interrelacionan en el desarrollo de los 9 ejercicios que contempla la MDP-UPC. El primer proceso corresponde al desarrollo de los ejercicios 1 y 2 (problema conflicto y sistema real del problema). El segundo, establece el desarrollo de los ejercicios 2 y 3 (sistema problema y árbol de funciones del proyecto). En el tercero, comprende el desarrollo de los ejercicios 4, 5, 6, 7 y 8 (sistema solución seleccionado y árbol de funciones técnicas del proyecto). El cuarto, abarca el desarrollo del ejercicio 8 (sistema solución humano-no humano, es decir la solución del sistema real). Finalmente, el quinto proceso, incluye el desarrollo del ejercicio 9 (presentación del diseño de propuesta) (Figura 3).



**Gráfico 4.**

Sistematización de la MDP-UPC

Fuente: Bazurto, 2018

El desarrollo de los 9 ejercicios permite que el equipo técnico multidisciplinario, analice la secuencia de actividades desde el problema-conflicto asociadas hasta la solución a diseñar. Se inicia reconociendo el entorno y análisis a detalle, se centra en el servicio a proporcionar por el sistema (Solución propuesta). El diseño del proyecto resume dos dimensiones, la primera refleja el desarrollo de los ejercicios partiendo de lo real hacia lo abstracto y la otra se enfoca, en el problema-solución (FUNIBER-UNINI, p. 25). A continuación, en la Tabla 4 se detallan el proceso de desarrollo de los 9 ejercicios:

**Tabla 4.**

Proceso de desarrollo de los 9 ejercicios de la MDP-UPC

Ejercicio	Tema	Descripción
1	Del conflicto al problema técnico	Identifica sistema problema-real, su conceptualización y abstracción en lenguaje técnico como un sistema problema.
2	Involucrados y recursos en la resolución del conflicto	Identificación de entidades humanas y no humanas del sistema problema, determinar su rol ( <i>stakeholders</i> ).
3	El servicio deseado y las condiciones de prestación	Identificar lo que el cliente usuario requiere mediante un servicio deseado y sus condiciones de exigencias; debe identificarse lo que se puede ofrecer en función de las técnicas y limitaciones asociadas. Relaciona las funciones del servicio deseado con las funciones a prestar.

4	Propuesta de sistema mental y unidad táctica capaz de proporcionar servicio.	Identifica sistema solución con claridad respecto a la factibilidad entre lo que se desea y lo que se puede proveer.
5	Roles de las personas en el sistema propuesto	Identificar y definir roles deseados que el sistema solución requiere.
6	Unidad de operación: calidad y peligrosidad.	Identificar y medir riesgos inherentes del sistema solución integral.
7	Sistema mental: diseño y especificaciones.	Convertir sistema solución teórico en un sistema real.
8	Oferta: ingeniería básica y de detalle.	Especificaciones de la solución previo a la preparación del proyecto técnico a ejecutar con determinadas etapas de recursos económicos y humanos. Solución técnicamente sostenible y económicamente rentable.
9	Panel de exposición.	Socialización y presentación pública del proyecto ante el comitente, potencial cliente-promotor.

Fuente: Bazurto, 2018

### Discusión

Una vez determinado los resultados del diagnóstico en la formulación de PI aplicando la MDP-UPC, se procedió a examinarlos con indicadores de impacto. Para el efecto, se relacionaron 4 macro indicadores, se estimó ponderaciones promedio para la línea base planificada, se evidenciaron objetivamente datos validados, verificados y contrastados con la unidad de análisis. Los resultados de impacto son los siguientes:

1. **Primer indicador:** Procesos burocráticos, la eficacia fue excelente (84.94%), los registros del tiempo de gestión de revisión, validación y priorización decrecieron al 50% respecto a lo planificado.
2. **Segundo indicador:** Variación de la planificación.
  - **Costos:** De 50 proyectos validados, el incremento presupuestal fue del 5,2% (del 15% proyectado), esto permitió liberar recursos.
  - **Metas de ejecución de proyectos planificados:** Se logró ejecutar un 125% de lo programado, se optimizaron recursos para ejecutar más componentes y logro de mayores metas. Se incrementó el bienestar social/beneficiario (excedente del consumidor- productor).
3. **Tercer indicador:** Nivel de impacto técnico-económico-financiero.
  - **Percepción de comunicación colaborativa:** Se socializó los proyectos con una frecuencia de 4 veces/mes.
  - **Desarrollo de habilidades técnicas-capacitación:** Se realizó transferencia tecnológica y de conocimientos al 80% de la unidad muestral, se abordó temas de GP, inducción de la MDP-UPC.
  - **Ampliación de plazo de ejecución:** Los PI prevén supuestos o riesgos por factores externos que ocasionen ampliación de plazos de ejecución y retrasan finalización, sin embargo, se pudo reducir un 25% los tiempos de ejecución.

- **Incertidumbre del logro de hitos:** Los aprendizajes y experiencias de otros PI permitieron mejorar la certeza de cumplimiento de los hitos planificados respecto al umbral del +/- 15% establecido.

4. **Cuarto indicador:** Este índice es uno de los más importantes, es relevante y corresponde a la GPI; existe coherencia con indicadores anteriores, en la gestión de las organizaciones públicas y privadas, se incrementó aproximadamente un 4,94% respecto a la línea base planificada.

En síntesis, los resultados muestran impactos positivos con la aplicación de la MDP-UPC en el diagnóstico de formulación de PI; así, el promedio de impacto positivo organizacional/PI fue aproximadamente del 89,20%.

Las limitaciones en el desarrollo de la investigación fueron por factores externos, cuyos supuestos de riesgos no se controlaron inmediatamente; para el efecto, se aplicó estrategias de solución para finalizar este trabajo. Entre las limitaciones en la etapa de investigación, existió dificultad en revisión bibliográfica de publicaciones científicas referentes. De igual manera, para el levantamiento de información fue difícil contactar a los 30 técnicos de la unidad muestral que laboran en las 18 empresas pesqueras del cantón Manta, a quienes se aplicó encuesta semiestructurada con escala de Likert en línea.

En la etapa de diseño-aplicación de la propuesta, al inicio se dificultó trabajar presencialmente con los involucrados; sin embargo, se logró coordinar el trabajo. Además, hubo cierto nivel de resistencia al cambio, se mostraban escépticos y poco colaborativos, manifestaban que la Dirección de proyectos no era suficiente para mejorar el alcance de los objetivos institucionales.

Se proyectó una línea de investigación futura a partir de los resultados logrados, sugiriendo ampliar la socialización e implementación a otros sectores y escenarios para contar con más pruebas comprobatorias con el propósito de validarla, mejorarla y perfeccionarla para futuras aplicaciones.

Finalmente, los aportes de la investigación son otra línea base aplicando la MDP-UPC; un documento que servirá de consulta académica-estudiantil-docente y profesional en el ámbito de la GP como herramienta de mejora continua y gestión institucional.

### **Conclusión**

Los resultados del diagnóstico a los proyectos informáticos utilizando la MDP-UPC, en general revelan la existencia de afectación económica en las empresas pesqueras del cantón Manta por costos escondidos e inversiones innecesarias de proyectos informáticos, demora en los procesos de la etapa de pre inversión por conflictos ocasionado en la inadecuada formulación del proyecto, inestabilidad de los procesos dentro del área de diagnóstico de proyectos, generación de errores en la determinación de requerimientos; se estima que se han cancelado aproximadamente un 22% de los proyectos informáticos producto de los altos índices de diagnóstico inadecuado en la fase creativa y en los estudios de viabilidad del proyecto. El conflicto se presenta dentro del área de diagnóstico, el cual no cuenta con suficientes recursos económicos en su presupuesto ni con personal altamente capacitado en Dirección de proyectos. Además, se evidencia dificultades para determinar los recursos y actividades necesarias para establecer el presupuesto y cronogramas de ejecución de los proyectos informáticos.

## Referencias

- Bazurto-Roldán, J. (2018). *Metodología para la Gestión de Proyectos de Inversión en la Administración Pública basada en la norma ISO 10006, el PMBOK, y las Metodologías de Diseño de Proyectos y SENPLADES: Caso de estudio Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador*. Tesis de grado Doctoral. Universidad Internacional Iberoamericana. San Francisco de Campeche, Campeche, México.
- Bazurto-Roldán, J., Millán, I. (2012). Desarrollo de Proyecto de Asignatura. Ejercicio de Simulación. Fase de Diseño del Programa de Doctorado de Proyectos. FUNIBER-UNINI. *Proyectos Informáticos: Guía de diagnóstico*. Manta, Manabi, Ecuador.
- Bojórquez, M., López, L., Hernández, M., Jiménez, E. (2013). *Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab*. Recuperado 12 mayo 2017, de [www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf).
- Cassanelli, A. (2012). Proyectos de I+D, aplicación de metodologías de gestión de proyectos. Conference paper. (AEIPRO, Ed.) *III Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Proyectos*, 1. doi:10.13140/RG.2.1.4000.6881.
- Estay-Niculcar's, C. (2011). <http://www.christianestay.com>. Recuperado 26 Julio 2013, de <http://www.christianestay.com/2011/12/proyecto-y-diseno-proyectual-sintesis.html>.
- FUNIBER-UNINI. (2012). *Apuntes asignatura de Gestión de Proyectos. Unidad Modular. Programa Doctorado en Proyectos*.(UNINI, Ed.) San Francisco de Campeche, Campeche, México: FUNIBER. Recuperado 12 junio de 2013
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, Carlos, Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México D.F.: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. doi:ISBN: 978-1-4562-2396-0
- MIDEPLAN. (2011). <https://documentos.mideplan.go.cr>. Recuperado de [http://clasev.net/v2/pluginfile.php/15175/mod\\_resource/content/0/meetodologia\\_d\\_proy\\_informaticos.pdf](http://clasev.net/v2/pluginfile.php/15175/mod_resource/content/0/meetodologia_d_proy_informaticos.pdf)
- Otero-Mateo, M., Pastor-Fernández, A., Portela-Núñez, J. (2015). *La creación de valor a través de la Dirección y Gestión de Proyectos*. *DYNA Ingeniería*, 90(1), 18. doi:<http://dx.doi.org/10.6036/7182>
- PMI. (2014). *PMBOK Guide. Fifth Edition*. PMI. Recuperado 11 Febrero de 2014, de [www.pmiecuador.org](http://www.pmiecuador.org).
- Rosales, R. (2013). *Procesos de desarrollo y la teoría de gestión de proyectos*. *ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública*(64), 9-29. Recuperado 26 julio de 2016, de [http://biblioteca.icap.ac.cr/rcap/64/ramon\\_rosales.pdf](http://biblioteca.icap.ac.cr/rcap/64/ramon_rosales.pdf)
- Samaniego, H., Pascual, A. (2016). Validación de un instrumento de investigación como parte del desarrollo de un modelo de gestión empresarial. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 3(6), 1-16. Recuperado 30 junio de 2017

SENESCYT. (2011). <http://www.utmachala.edu.ec>. Recuperado 22 octubre de 2016, de [http://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/planificacion/2012/MANUAL\\_DE\\_PROCEDIMIENTO.pdf](http://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/planificacion/2012/MANUAL_DE_PROCEDIMIENTO.pdf)

ULEAM. (2016). Lineamiento Institucional de Vinculación con la Sociedad. *Lineamiento Institucional de Vinculación con la Sociedad*, 31. Manta, Manabí, Ecuador. Recuperado 22 junio de 2016

# 6

Sistema automatizado de medición de rayos ultravioleta basado en Internet de las Cosas.

*Fabrizio Verduga Urdánigo  
John Cevallos Macías*



## Sistema automatizado de medición de rayos ultravioleta basado en Internet de las Cosas.

**Fabrizio Verduga Urdánigo**

frankyfa@hotmail.com

Unidad Educativa “Jorge Washington”

**John Cevallos Macías**

joancema@hotmail.com

Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

### Resumen

La radiación ultravioleta que incide en la superficie terrestre puede llegar a considerarse un enemigo silencioso para nuestra piel y salud en general y un dispositivo capaz de medirla acertadamente podría llegar a alcanzar altos costos. En la presente investigación se publica información sobre la creación y evaluación de un sistema para la medición de la radiación ultravioleta UV-B, utilizando componentes de hardware de bajo costo como Arduino (microcontrolador programable), Raspberry Pi (ordenador de placa reducida), sensores de luz, sensor ultravioleta y programación de software en lenguajes como C++, Python, HTML y JavaScript. El hardware cuenta además con conexión inalámbrica para acceder al Internet y exportar los datos recopilados hacia un sitio Web o aplicación móvil. Para determinar la confiabilidad del sensor y del dispositivo en general, se contrastan los valores capturados con valores referenciales obtenidos desde entidades dedicadas al monitoreo ambiental en el Ecuador. La investigación parte de conocer el estado tecnológico actual de sistemas similares, delimitar sus carencias y posteriormente describir los procesos para la realización del sistema propuesto y sus respectivas evaluaciones. Los resultados contribuyen a determinar la confiabilidad de este tipo de sistemas y amplía opciones para futuros desarrollos basados en Internet de las Cosas (IoT).

**Palabras claves:** Radiación ultravioleta, Iot, Arduino, Raspberry Pi.

### Abstract

The ultraviolet radiation that hits the Earth's surface can be considered a silent enemy for our skin and health in general; and a device able to measure it accurately could reach high costs. In the present investigation information about the creation and evaluation of a UV-B ultraviolet radiation measurement system is published, using low cost hardware components such as Arduino (programmable microcontroller), Raspberry Pi (reduced board computer), light sensors, ultraviolet sensor; and software programming in languages such as C ++, Python, HTML and JavaScript. The hardware also has a wireless connection to access the Internet and export the collected data to a website or mobile application. To determine the reliability of the sensor and the device in general, the captured values are contrasted with reference values obtained from entities dedicated to environmental monitoring in Ecuador. The research starts by knowing the current technological state of similar systems, defining their shortcomings and then describing the processes for the realization of the proposed system and their respective evaluations. The results contribute to determine the reliability of this type of systems and expand options for future developments based on Internet of Things (IoT).

**Keywords:** Ultraviolet radiation, Iot, Arduino, Raspberry Pi.

### Introducción

Uno de los efectos más frecuentes de las sobre exposición a la luz solar son las quemaduras o enrojecimiento de la piel, esto se produce debido principalmente a la presencia de los rayos ultravioleta tipo B (UV-B) que son los que producen problemas de salud (Mora Ochoa, Olivares Savignón, González Gross, & Castro Mela, 2010). La excesiva exposición a este tipo de radiación UV-B es uno

de los principales agentes involucrados en la aparición de melanomas en el cuerpo humano, ya que podría modificar el ADN de los melanocitos y producir lesiones. El protector natural que la tierra dispone para minimizar los efectos de la radiación solar es la capa de ozono, por lo cual una debilitación en ella influirá en el aumento de problemas en la piel en la población (Becerra Mayor & Aguilar Arjona, 2001).

Para una adecuada protección, es importante estar informados acerca de la incidencia de los rayos solares en el sector donde habitemos y el nivel de daño que podría provocar una sobre exposición a éstos. Los dispositivos comerciales capaces de mostrar información referente al nivel de radiación ultravioleta, pueden ser costosos de adquirir y en ocasiones difícil de conseguir dependiendo el sector o localidad donde se requiera. La solución propuesta en el presente trabajo, es la creación y posterior validación un prototipo funcional de hardware y software que obtenga valores acertados de la radiación ultravioleta UV-B, captados desde el medio ambiente por la incidencia directa del sol en el dispositivo y mostrados en una pantalla adjunta y en una página web en el Internet o en una aplicación móvil.

La finalidad del proyecto, es poder validar la confiabilidad de este tipo de dispositivos y sistemas como fuente de información válida para determinar la incidencia de la radiación UV-B. A lo largo del texto, primero se enfocan las áreas referentes a la problemática que resulta de la excesiva exposición a los rayos ultravioletas para el ser humano, ya que los daños provocados por estos excesos no son visibles al momento y eso ahonda más en la importancia de una adecuada protección (González-Púmariega, Tamayo, & Sánchez-Lamar, 2009; Mora Ochoa et al., 2010). Se abarca también aquella literatura existente relacionada con trabajos anteriores y con productos de similares características, tanto con equipos profesionales como aquellos desarrollados muy acertadamente de forma independiente. Posteriormente, se propone la utilización de hardware de bajo costo como Arduino UNO, Raspberry Pi, sensores de luz y sensores UV junto con varias piezas de software con C++, Python, JavaScript y HTML que interactúan todas entre ellas para poder realizar la respectiva captura de datos del lector y mostrarla en un servidor Web, todo sin intervención humana y de forma casi instantánea. Por último, se muestran los respectivos detalles comparativos resultantes de la investigación realizada junto con su correspondiente análisis, así como las obras que podrían derivarse a partir del presente trabajo.

### Importancia del problema

Las radiaciones ultravioletas o rayos ultravioleta (UV), son radiaciones electromagnéticas no ionizantes que tienen una longitud de onda de entre 100nm y 400nm. En pequeñas cantidades, la exposición a este tipo de radiación solar es beneficiosa para el ser humano puesto que ayuda a producir vitamina D. Por el contrario, en grandes cantidades o sobre exposiciones pueden derivar en problemas serios de la piel, enfermedades oculares, quemaduras solares, entre otros (Mora Ochoa et al., 2010).

En la siguiente tabla se ilustran los aspectos más relevantes de los rayos ultravioleta relacionados con su nivel de penetración en la atmósfera y su incidencia en la salud.

**Tabla 1.**  
Características de los rayos ultravioleta

Rayos Ultravioleta	Longitud de Onda	Penetración en la Atmósfera	Relación con la luz solar recibida	Incidencia en la salud
<b>Ultravioleta A</b>	320 – 400 nm	95.5%	5.1%	Moderado
<b>Ultravioleta B</b>	280 – 320 nm	5.5%	0.3%	Alto
<b>Ultravioleta C</b>	100 – 280 nm	0%	0%	Muy Alto

**Fuente:** González-Púmariega et al., 2009; Mora Ochoa et al., 2010.

Si bien la luz ultravioleta del tipo C resultaría ser la más dañina para la vida, nuestro planeta tiene la ventaja de contar con una barrera de protección que bloquea los rayos solares, sin embargo sus inmediatos sucesores, los rayos UV-B y UV-A, sí ingresan a la atmósfera y, aunque es muy poco su porcentaje de participación en relación con los demás que componen la luz solar, estos pueden ser causantes de severas lesiones a nivel de la piel e incluso a nivel interno en el organismo si no se toman las precauciones del caso en su debido momento. Además, muchos de estos problemas son de aparición tardía, es decir no son visibles inmediatamente sino que suelen a veces presentar un efecto acumulativo que hace que los problemas de salud sean visibles mucho tiempo después, incluso años, de que las incidencias de la prolongada y repetitiva sobre exposición a la luz solar dañina se hizo presente en el cuerpo (González-Púmariega et al., 2009; Mora Ochoa et al., 2010).

De acuerdo a algunos autores (Becerra Mayor & Aguilar Arjona, 2001; González-Púmariega et al., 2009; Mora Ochoa et al., 2010; Organización Mundial de la Salud, 2003), la prevención que la población debe seguir para protegerse de los severos efectos que produce la sobre exposición a los rayos solares dañinos de la radiación ultravioleta UV-B, se basa principalmente en dos factores que dependen también de la educación de la población: 1) Prevención y protección solar y 2) Preservar la capa de ozono.

En base a lo anterior, se hace necesario que la población pueda disponer de este tipo de información de la forma más ágil posible y acorde al lugar en que se necesite para empezar a hacer conciencia en cada individuo, sobre los riesgos de la sobre exposición a la radiación solar y poder también tomar las medidas protectoras del caso. En los actuales momentos, hay líneas de tecnologías bien diferenciadas en cuanto a sistemas o implementos de medición de la radiación solar: los sistemas comerciales que involucran un alto costo de adquisición e implementación y los sistemas de bajo costo, que son desarrollados en ocasiones como parte de experimentos o proyectos personales. En cuanto a los dispositivos comerciales, en el mercado global se pueden encontrar varios tipos de éstos y sus componentes y características varían entre los fabricantes. Se muestra a continuación, una tabla comparativa de varios de los principales productos existentes en el mercado comercial:

**Tabla 2.**

Algunos de los Productos comerciales existentes para medición UV

Modelo	Fabricante	Rango de operación	Salida de datos	Precio estimado
UVS-B-T	Kipp & Zonen	280 - 315 nm	Analógica + conversor externo	\$4000
UVB MS-212W	EKO Instruments	280 – 315nm	Analógica + conversor	--
501 UVA+B	Solar Light	280 - 400 nm	Digital + Data logger	\$ 9000
GUVB-S11GS-AG02.1	GenUV	280 - 400 nm	Visual	--

**Fuente:** Autores, 2017.

Por otro lado, se pueden encontrar también soluciones experimentales que han intentado emular las características principales de los sistemas de medición UV profesionales. Se muestran a continuación algunos de estos desarrollos.

**Tabla 3.**

Trabajos experimentales sobre Sistemas de medición UV			
Componentes principales	Rango de operación	Salida de datos	Referencia
Fotodiodo PIN OP910W	600 – 1100nm	No documentado	(Chacon Cardona, Cely, & Guerrero, 2008)
Arduino UNO Sensor SVT-UV-A Amplificador OPA2350UA	250 – 360 nm	Ethernet	(Pérez Tiscareño, 2014)
Sensor fotodiodo UVD30A Amplificador AD620 Arduino Nano	200 – 370 nm	USB Ethernet	(Romero Gómez & Moreno Roballo, 2016)

**Fuente:** Autores, 2017.

Al observar la documentación existente de productos y trabajos como los citados en las tablas 2 y 3, se puede notar que el desarrollo de este tipo de hardware a nivel comercial y experimental, se centra en brindar mayor exactitud y confiabilidad en las medidas que se obtienen de los sensores, pero carecen de información adecuada referente al cómo tratar los datos obtenidos, su exportación hacia un medio de almacenamiento y/o difusión para tareas investigativas o informativas. También se merece especial atención el hecho muy particular, que se demuestra poco interés en la vinculación de este tipo de dispositivos hacia el Internet.

Si bien muchos de los trabajos experimentales analizados utilizan componentes que son relativamente sencillos de conectar al Internet, se hace muy poca mención sobre aquello en dichos documentos. Y es que, como se mencionó en líneas anteriores, los autores de los trabajos analizados han dedicado especial atención en brindar la mayor exactitud posible en cuanto a sus mediciones, pero en cambio han relegado a segundo plano, el hecho de la exportación automática de esos datos hacia el Internet para su posterior sometimiento a juicio, análisis o interpretación y divulgación.

Debido a lo anterior, se hace necesario realizar las experiencias pertinentes que permitan establecer la justificación necesaria para el desarrollo profesional de herramientas para medir la incidencia directa de los rayos ultravioleta sobre la superficie terrestre, utilizando componentes confiables y de bajo costo y vinculadas hacia el Internet para la publicación e interpretación de los resultados obtenidos; todo esto mediante la creación de un prototipo funcional que utilice sensores de medición de radiación UV junto con el Internet para exportar los datos. Los resultados obtenidos, serán procesados para brindar información adecuada para la salud y cuidado de la piel de acuerdo a las mediciones obtenidas y según las recomendaciones de la OMS.

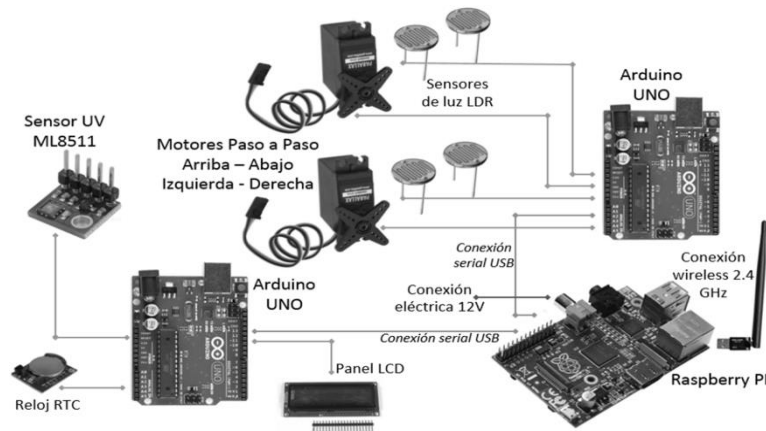
### **Metodología**

La investigación realizada obedece a un estudio de campo de nivel descriptivo, basado en la experiencia obtenida a partir del análisis y observación de resultados de la ejecución del proyecto en mención. Para que el presente trabajo pueda llevarse a cabo sin dejar de lado la consecución final de los objetivos planteados al inicio de su elaboración, se decidió utilizar componentes tanto de hardware como de software que beneficien el alcance de las metas mencionadas, justificándose en parte las elecciones de los distintos componentes empleados.

De forma general, entre la tecnología y arquitectura empleada, destacan los principales componentes: sensor de rayos ultravioleta, sensores de luz tipo LDR, placas Arduino UNO, placa Raspberry Pi, servidor Web, Base de datos, servicio Web y aplicación. En los siguientes párrafos, se detallan las características principales tanto de los componentes de hardware como de software seleccionados en la elaboración del presente modelo tecnológico.

### Componentes principales de hardware

En la figura siguiente, se muestran tanto los dispositivos empleados como su interconexión para poder tener una referencia adecuada de cómo han sido utilizados dichos componentes.



**Figura 1.**

Esquema de hardware del proyecto realizado

El presente sistema de medición ultravioleta, involucra distintos tipos de hardware que sirven para tareas específicas en el ecosistema tecnológico desarrollado. El diseño planteado, contempla un sistema adjunto, que sirve para que el sensor ultravioleta pueda seguir la trayectoria solar en todo momento y de esta forma, se pueda recopilar los datos más acertadamente.

A continuación, se detallan los elementos principales que componen el conjunto de hardware, diseñado para obtener lecturas de la radiación ultravioleta UV-B:

#### Sensor de luz ultravioleta

Dentro del mercado tecnológico existen distintos tipos de sensores de luz ultravioleta de relativa facilidad de implementación. Se resume a continuación, algunos de los que prestan compatibilidad para adaptación con el hardware Arduino, que es el micro controlador utilizado en el proyecto y también aquellos que son relativamente más sencillos de conseguir en el mercado nacional:

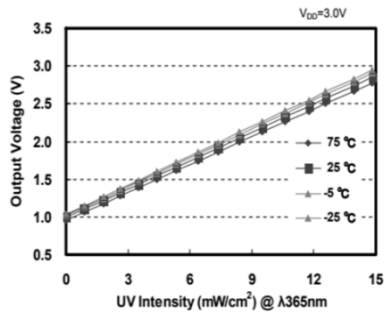
**Tabla 5.**

Características de sensores comerciales de Radiación UV para Arduino

Sensor	Tipo de salida	Valores de salida	Longitud de onda	Referencia
VEML6070	Steps	0% - 100%	320nm – 410nm	(Semiconductors, 2016)
ML-8511	Voltios (V)	0V – 3.5V	280nm – 365nm	(LAPIS Semiconductor, 2013)
GUVA-S12SD	Mili voltios (mv)	0mV – 1200mV	240nm – 370nm	(Roithner LaserTechnik, 2011)

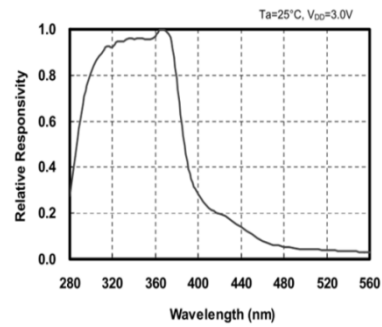
**Fuente:** Autores, 2017.

El sensor de rayos ultravioleta ML8511, es un sensor que tiene una salida de voltaje de 0V a 3.5V, posee, además, un amplificador interno que lo hace relativamente más sencillo de operar frente a otros de su tipo, puesto que no requiere un convertor o amplificador externo para poder interpretar los datos. Dispone además, de un rango de operación de longitud de onda que abarca todo el espectro UV-B, que es la luz ultravioleta dañina y parte del espectro UV-A (LAPIS Semiconductor, 2013).

**Figura 3.**

Relación entre salida de Voltaje e Intensidad UV del sensor ML8511

Fuente: (LAPIS Semiconductor, 2013)

**Figura 2.**

Rango de operación de longitud de onda del sensor UV ML8511

Fuente: (LAPIS Semiconductor, 2013)

Su salida de voltaje operacional, está linealmente relacionada con la intensidad UV en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Esto significa, que a un voltaje de 0V le corresponde un índice UV 0 y a un voltaje de 3.0V le corresponde un índice UV de 15, que es valor máximo que el sensor puede reportar en base a la escala de la OMS (Organización Mundial de la Salud, 2003, p. 6). Los valores UV intermedios, son reportados como números decimales con una expresión de uno a dos decimales. Esta relación lineal permite que el sensor pueda ser operado directamente por un micro controlador, sin mayores complicaciones ni componentes adicionales para manipular la señal recibida.

Para el presente proyecto se elige el sensor ML8511 frente a otros, debido a su sencillez de implementación, disponibilidad y relativa facilidad de conversión del voltaje recibido a valores del Índice UV de la OMS.

### Fotorresistencias y motores

Es importante destacar, que el proyecto incorpora un sistema diseñado específicamente para él que consiste en un “Sistema de seguimiento solar”, que reúne cuatro (4) sensores de luz tipo LDR (o también llamados fotorresistencias), distribuidos convenientemente rodeando el sensor UV para que permitan que en todo momento el sensor ultravioleta esté direccionado hacia el sol, haciéndolo girar hacia él a través de dos motores adjuntos. Esto es una parte importante del proyecto puesto que, una de las limitantes de los sensores UV comerciales es su muy bajo rango de captación de luz solar (LAPIS Semiconductor, 2013) y por tal motivo, estos sensores deben estar siempre direccionados correctamente hacia el disco solar para que puedan obtener lecturas acertadas.

### Arduino

Las placas de hardware Arduino, son plataformas electrónicas diseñadas y pensadas para un uso fácil tanto del hardware como de software. Los tableros electrónicos Arduino, son capaces de leer entradas de distintos dispositivos electrónicos como: sensores de humedad, calor, etc., pulsaciones de botones, y con esto ejecutar una determinada acción como: encender/apagar un led, enviar un mensaje a otro dispositivo, etc. Para el presente proyecto se eligieron dos placas Arduino UNO debido a que su poder de procesamiento (Flash Memory 32KB y Clock Speed 16MHz) y cantidad de entradas analógicas y digitales (6 entradas analógicas y 6 entradas/salidas digitales) (Arduino AG, 2018), resultaron ser suficientes para aquello que se pretendía desarrollar.

### Raspberry Pi

Existen varios tipos de circuitos o placas electrónicas que pueden utilizarse como dispositivos de base para proyectos basados en Internet de las Cosas. Entre las características de éstos se puede mencionar aspectos como: Sistema Operativo, memoria RAM, procesador, puertos de comunicación, flexibilidad

en cuanto a lenguajes de programación, etc. De acuerdo a las comparaciones realizadas por Maksimović, et al. (Maksimović, Vujović, Davidović, & Perišić, 2014), las placas Raspberry PI poseen especificaciones técnicas que las convierten en una buena opción para servir de puente de comunicación entre distintos tipos de componentes y periféricos. Los dispositivos Raspberry PI son placas de circuitos de poco tamaño y con características de memoria y procesamiento tal, que permiten ejecutar un Sistema Operativo y hacer que dichos componentes se comporten como un mini computador. Estos dispositivos vienen con un único chip que contiene la memoria, unidad central de procesamiento y chip gráfico. Las placas Raspberry PI, usan chips ARM similares a los usados en varios smartphones y tablets del mercado pero con la diferencia de que los usados en el Raspberry PI, son un poco más lentos pero lo suficientemente rápidos para el trabajo que requieren (Raspberry PI, 2015).

La placa utilizada es la Raspberry PI modelo B+ (un puerto Ethernet y cuatro puertos USB) y cumple la función de ser el centro principal de procesamiento y comunicación. Debido a las ventajas que brinda esta placa electrónica al comportarse como un computador, se la elige para trabajar a la par de las placas Arduino y sirviéndoles a éstas como el receptor de la comunicación y el encargado de exportar los datos hacia el Internet. El Sistema Operativo que se instala sobre dicha placa es Raspbian debido a que es una versión de Debian, Sistema Operativo GNU/Linux, muy completa pero adaptada para la arquitectura de los dispositivos Raspberry PI, lo cual permite que se obtenga el máximo provecho de estos (Harrington, 2015).

#### **Alimentación de energía**

A través de la conexión USB la placa Raspberry Pi alimenta de energía a los microcontroladores Arduino y estos a su vez proveen energía a los distintos motores, sensores, pantalla LCD y demás componentes adjuntos. El dispositivo Raspberry Pi se alimenta de energía eléctrica mediante su propio adaptador de corriente que transforma la corriente alterna recibida (110V en la región local) y la transforma en 5V (V: Voltios) y 2.5A (A: Amperios) de corriente continua. En esa transformación de corriente, el dispositivo empleado (Raspberry Pi modelo B+) varía su consumo energético según las tareas y cargas de trabajo que deba realizar. Así dicho consumo varía desde los 360mA hasta los 480mA (mA: mili amperios) en funcionamiento completo.

Por otro lado, el micro controlador Arduino UNO tiene una alimentación típica de energía de 5V y un consumo energético que ronda los 200mAh (mAh: mili amperios hora) para un proyecto de relativa poca carga como los realizados en el presente trabajo.

En caso de requerirse dotar de autonomía energética al proyecto entero, resulta suficiente proveer de bancos de baterías de buena capacidad de los muchos que existen en el mercado comercial. Estos dispositivos poseen capacidades de energía variadas según las necesidades y pueden rondar los 30000mAh, lo cual resulta ser suficiente para alimentar de energía al sistema entero por uno a dos días dependiendo la carga de trabajo que tengan.

Para el presente proyecto, la energía de alimentación de los dispositivos vinculados fue obtenida directamente de las tomas eléctricas cercanas a los lugares de pruebas, sin embargo, el diseño y la naturaleza de los componentes empleados brindan la posibilidad de obtener autonomía energética por un período de tiempo considerablemente suficiente para realizar pruebas y mediciones sin tener que recargar o cambiar las baterías utilizadas.

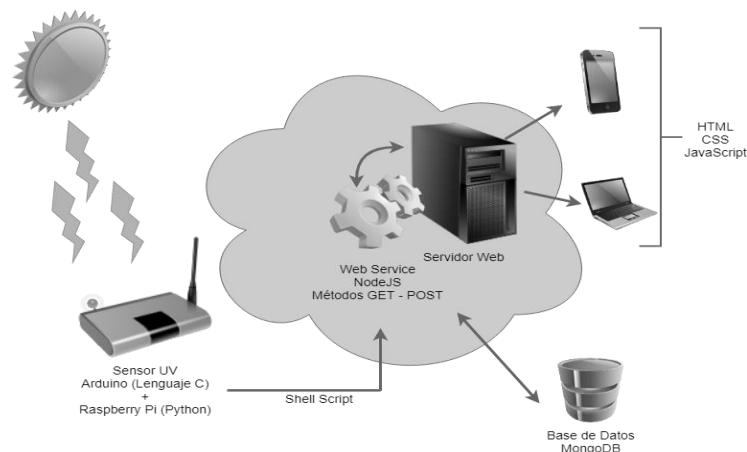
### Conexión de datos

El envío de los datos capturados por el sensor desde la placa Arduino hacia el Raspberry Pi, se efectúa mediante una conexión Serial USB entre ambos dispositivos. La conexión a Internet desde el Raspberry Pi, se realiza utilizando componentes de hardware compatibles con Sistemas Operativos basados en Linux, principalmente aquellos que incorporan en su arquitectura de hardware chipset RealTek.

Estos dispositivos wifi son sencillos y económicos de conseguir en el mercado tecnológico local. Estos utilizan como estándar de comunicación inalámbrica el IEEE 802.11b/g/n, lo cual significa una comunicación wifi en la banda de los 2.4GHz con velocidades de hasta 300 Mbps de velocidad de conexión inalámbrica en base al estándar IEEE 802.11n y con una velocidad de transmisión real que ronda los 150Mbps lo cual resulta más que suficiente para el envío y recepción de información desde el dispositivo Raspberry Pi hacia el servicio web del servidor de Internet.

### Componentes de Software

En figura siguiente, se observa el esquema gráfico que representa el conjunto de software empleado para el funcionamiento de todo el sistema sensor.



**Figura 4.**

Componentes de software

Fuente: Autores, 2017.

Las piezas de software empleadas a lo largo del proyecto, están encapsuladas en sus funciones y partes principales. A continuación, se detallan las funcionalidades de dichos componentes:

### Sensor UV y Arduino

El desarrollo de la programación en la placa Arduino consiste en ajustar los niveles de medida del sensor, para obtener los voltajes del sensor y convertirlos a valores de irradiancia en  $mW/cm^2$  y a valores UV (índice UV según la OMS). Esta programación recibe lecturas constantes del sensor UV y realiza los cálculos y conversiones adecuadas para mostrar el valor de irradiancia y el índice UV promediado de 8 lecturas consecutivas cada 1 segundo.

La programación o código fuente de la placa Arduino y su sensor UV, está realizada en Lenguaje C y permite la comunicación desde el Arduino hacia el sensor UV y desde el Arduino hacia Raspberry Pi



### Raspberry Pi como puente de comunicación entre Arduino y el Internet

La programación en el dispositivo Raspberry está destinada principalmente a administrar la comunicación tanto hacia el dispositivo Arduino, como hacia el Internet y básicamente se enfoca en los siguientes puntos:

- Comunicación Raspberry Pi – Arduino: Obtiene los valores del sensor UV por medio de la comunicación serial entre ambos dispositivos. Está desarrollado en Python y permite leer datos UV proporcionados por el hardware Arduino en uno de puertos de comunicación del dispositivo Raspberry Pi.
- Comunicación Raspberry Pi – Internet: Esta comunicación está realizada en el lenguaje de programación Shell Script de Linux. Esto significa que mediante un script desde línea de comandos se envían las peticiones al método Post del Web Service del Servidor HTTP de la aplicación.

Los datos que se envían desde el Raspberry PI hacia el Web Service de Internet son los siguientes:

- Identificación del dispositivo (ID, nombre)
- Ubicación (localidad, dirección)
- Valores del sensor (índice UV, hora, fecha) ← *Campo Índice UV puede variar en función del tipo de sensor*
- Tipo de sensor (UV, ambiente, temperatura, polución, etc.).

### Servidor Web y Servicio Web

Debido a la naturaleza de la información procesada y la importancia de su adecuada divulgación, se utiliza un servidor central basado en servicios en la nube. Éste almacena los datos recopilados desde el dispositivo Raspberry Pi en una instancia de una base de datos MongoDB para crear registros de medidas históricos, publica servicio web para poder consultar información del sensor o ingresar nuevos datos de lecturas. El servidor en la nube está destinado para almacenar y/o mostrar la siguiente información:

- Identificación de dispositivo (ID, nombre)
- Ubicación (Localidad, dirección)
- Valores del sensor (índice UV, hora, fecha)
- Tipo de sensor (UV, ambiente, temperatura, polución, etc.)
- Recomendaciones
- Histórico por horas, días, semanas, etc.

El servicio web contenido en el servidor de Internet está desarrollado en NodeJS y proporciona los métodos básicos de *GET* y *POST* para que sean accesibles desde el dispositivo sensor creado. En el diseño no se contempla el método *DELETE* de forma pública, debido a que para el presente trabajo los sensores no están en capacidad de auto corregirse si existiese una anomalía en el envío de datos.

El servicio web desarrollado, se convirtió en el eje central de comunicación entre el hardware del sensor UV y el usuario final quien consulta o expone los resultados. Los dos métodos implementados (*GET* y *POST*) permiten una interconexión prácticamente transparente en todo el sistema desarrollado.

## Resultados

Al momento de realizar las pruebas respectivas se constató que en el Ecuador en general, solamente se contaba con información directa de la incidencia de los rayos ultravioleta en las dos ciudades principales del país que son Quito y Guayaquil, por tanto los datos tomados como referencia para el presente trabajo, fueron proporcionados por el sitio web de la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana ([www.exa.ec](http://www.exa.ec)), la cual es una institución sin fines de lucro encargada, entre otras actividades, de informar a la ciudadanía sobre la incidencia de los rayos ultravioleta en el Ecuador, tomando como referencia la ciudad de Guayaquil ya que es allí donde alojan sus oficinas y red de monitoreo ambiental. Al momento de obtener los valores UV, esta Agencia disponía de sistemas de medición de muy altas prestaciones, lo cual garantizaba un ínfimo error en sus mediciones y servían como punto de referencia para establecer el nivel de veracidad del sistema de medición UV desarrollado.

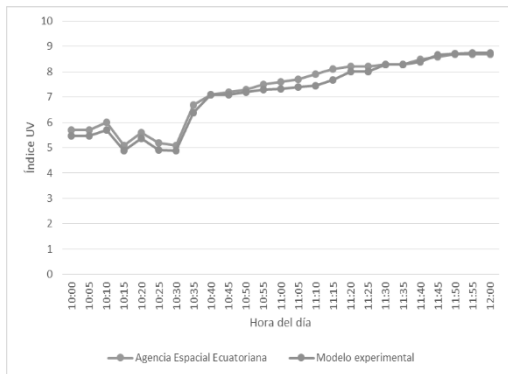
Las medidas de prueba realizadas con el dispositivo experimental fueron obtenidas durante un lapso de doce horas en la ciudad de Guayaquil, en las primeras semanas del mes de agosto del año 2017 y teniendo en cuenta siempre que se cumplan las siguientes condiciones para la toma de las muestras:

- A la intemperie.
- Sin ningún tipo de protección o cubierta plástica o de cristal para el sensor UV.
- En presencia de un cielo claro, despejado y sin nubes.
- En un espacio con visibilidad directa a, por lo menos, una parte del recorrido solar.

Durante las fechas en que se realizaron las respectivas mediciones y captura de valores oficiales, el sitio web de la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana, no ofrecía las condiciones necesarias para realizar las adecuadas consultas o descargas de registros históricos de las lecturas tomadas por sus dispositivos. La página web que mostraba los datos de sus sensores (<http://guayaquil.exa.ec>), era una página web con contenido estático que se actualizaba automáticamente cada 5 minutos para reescribir los valores de sus sensores. En base a lo anterior, se desarrolló un script en Bash Linux para que obtenga los valores del sitio web cada 5 minutos y los almacene en un archivo plano en una ubicación accesible para su posterior consulta y comparación. Dicho script fue almacenado en un servidor web alojado en Internet, para que pueda estar constantemente monitoreando los cambios del sitio web de la Agencia Espacial utilizado como referencia oficial.

Debido a que la incidencia del sol aumenta a partir de las horas centrales del día, las muestras recolectadas (tanto de la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana como del experimento realizado) fueron sesgadas durante un rango de tiempo que va desde las 10:00AM hasta las 16:00PM, con un intervalo de 5 minutos entre cada medida.

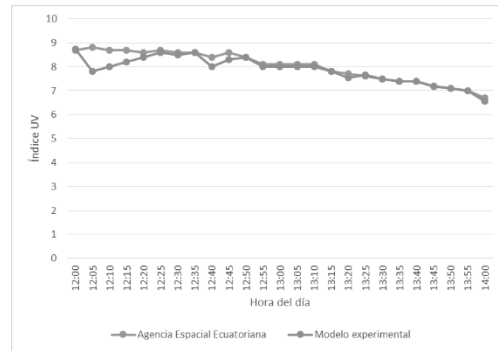
En las siguientes figuras, se ilustra la comparación de los datos obtenidos desde la Agencia Espacial Civil Ecuatoriana y el modelo tecnológico desarrollado durante un lapso de dos horas (desde las 10:00AM hasta la 12:00PM, desde las 12:00PM hasta la 14:00PM y desde las 14:00PM hasta la 16:00PM) con un intervalo entre cada medición de 5 minutos.



**Figura 6.**

Comparación de lecturas UV (I)

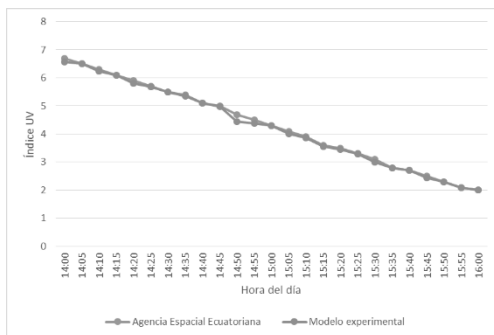
Fuente: Autores, 2017



**Figura 5.**

Comparación de lecturas UV (II)

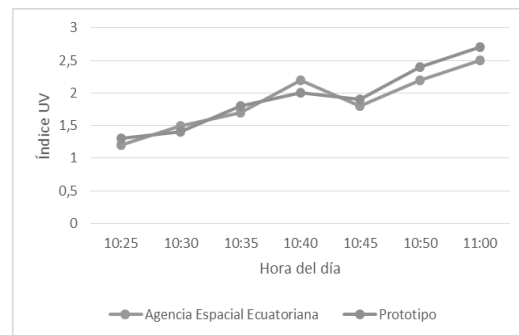
Fuente: Autores, 2017



**Figura 7.**

Comparación de lecturas UV (III)

Fuente: Autores, 2017



**Figura 8.**

Comparación de lecturas UV anómalas

Fuente: Autores, 2017

En la figura 8, se muestra una comparativa de valores obtenidos en un día con cielo parcialmente nublado y durante un corto lapso de tiempo.

### Discusión

Las lecturas de los datos obtenidos, reflejan cierto comportamiento parecido con otros trabajos en los que también se emplearon equipamiento de hardware de bajo costo (Pérez Tiscareño, 2014; Romero Gómez & Moreno Roballo, 2016), con lo cual se contrasta también la veracidad de la información que el sensor (y su adecuado montaje) proporcionan.

Tal como se refleja en las especificaciones técnicas del sensor UV empleado (LAPIS Semiconductor, 2013), este tipo de sensores demuestran tener la ventaja de que al poseer un amplificador interno pasan a ser relativamente fáciles de utilizar en los proyectos de hardware y su programación al interior de la placa micro controladora (Arduino en el caso del presente proyecto), se vuelve también sencilla de implementar.

Los datos recopilados demuestran también, que este tipo de sensores son bastante sensibles y susceptibles a las interferencias en el disco solar ocasionadas principalmente por la presencia de nubes a su alrededor. El prototipo desarrollado, si bien capta lecturas bastante aceptables al medir la incidencia directa del sol, en presencia de nubes u obstáculos de visión hacia el sol las lecturas, se vuelven inexactas e incluso nulas mientras dura la presencia de algún obstáculo.

El sistema de seguimiento solar desarrollado para el mejor funcionamiento en cuanto a la captación de los datos de incidencia del sol, demostró ser eficiente para que el módulo que contiene el sensor UV se ubique constantemente en posición de visibilidad directa al sol. Sin embargo, en las pruebas desarrolladas, existieron ciertas anomalías que provocaron que en ocasiones los motores y rotores (que deben girar hacia el sol), se muevan innecesariamente provocando que las lecturas en ese corto tiempo no sean adecuadas.

En cuanto a las comparativas de la funcionalidad del componente de software frente a versiones comerciales, se pueden resumir en las siguientes como las más importantes: el software desarrollado brinda la facilidad de exportar automáticamente los datos obtenidos hacia el Internet mientras que los dispositivos comerciales y profesionales requieren intervención física o adquirir módulos adicionales para esto, o incluso no lo incorporan en algunos modelos (Kipp & Zonen, 2017; Solar Light, 2013). Adicional al software del propio prototipo desarrollado, se brinda la opción de que los datos puedan ser consultados directamente en el sitio web del prototipo o bien desde el teléfono celular, situación que los dispositivos comerciales no la brindan o en todo caso no hacen publicación de aquello en sus especificaciones.

Debido a la naturaleza del proyecto y al tipo de componentes utilizados, los costos estimados del hardware que componen el desarrollo realizado resultaron ser alrededor de un 95% menor que los modelos comerciales analizados en el presente documento.

### **Conclusión**

En base a la comparación de los datos proporcionados tanto por las lecturas del sistema de medición UV desarrollado como por los de la Agencia Espacial Ecuatoriana, se puede concluir que las prestaciones del desarrollo de hardware a nivel de precisión de las mediciones son bastante aceptable dado que las mediciones entre uno y otro varían en muy poco y el error absoluto promedio que se obtiene de las mediciones totales es inferior a 1 punto.

En el transcurso de la comparación de las mediciones se obtuvieron valores de error porcentual inferiores al 12% (11.36%), como error porcentual máximo en las lecturas del horario de las 12:00AM hasta la 14:00PM) lo cual si bien son valores de error altos en muchos casos, para el presente experimento, no resultan muy perjudiciales debido a que los valores de las mediciones oscilan entre 1 a 9 (con precisión de uno a dos decimales) y en este caso, ese error representa únicamente una variación de 1 punto en la lectura, además los valores estándares del Índice UV promovido por la OMS son números enteros que varían desde 0 hasta 11+ (Organización Mundial de la Salud, 2003).

El piloto funcional de hardware desarrollado, permite medir acertadamente las incidencias directas de los rayos ultravioleta captados mediante un sensor UV y mostrar los valores y alertas que corresponden de acuerdo a las normas especificadas por la Organización Mundial de la Salud. El hardware empleado para medir la luz ultravioleta del sol es un sensor UV relativamente sencillo de adquirir y de bajo coste que demostró en las pruebas ser completamente funcional siempre y cuando, la incidencia del sol sea directa al sensor y sin obstáculos (edificaciones, nubosidad, etc.).

Se destaca que el desarrollo tecnológico expuesto, permite a sus usuarios el obtener los datos de la radiación ultravioleta UVB y parte del espectro UVA en cielos claros, despejados y sin nubes; y con valores muy cercanos a la realidad, además dicha información recabada es también automáticamente exportada hacia el Internet mediante un Web Service para que pueda ser tratada y/o reproducida hacia otros destinos y pueda servir para lo que realmente se pretende: informar y prevenir a la ciudadanía en general de los riesgos que provoca la sobre exposición a los rayos ultravioleta dañinos. El Web Service

alojado en el Internet demostró ser el eje principal de todo el proyecto a nivel de software. Sirve de conexión principal entre el hardware y la base de datos, y entre la base de datos y la aplicación.

De forma general, se consideran cumplidas las metas propuestas al inicio de la presente investigación, puesto que se ha logrado conseguir construir un sistema de hardware y software que mide la intensidad UV de la radiación solar y exportar dichos datos al Internet, para que puedan ser consultados por la ciudadanía en general. Todo esto utilizando componentes de hardware de buena calidad, relativamente sencillos de operar y de muy bajo costo.

## Referencias

- Arduino AG. (2018). *Arduino Uno Rev3*. Retrieved August 27, 2017, from <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>
- Becerra Mayor, M. del mar, & Aguilar Arjona, J. A. (2001). Radiobiología Revista electrónica Radiación ultravioleta y cáncer de piel. Consejos preventivos Radiación ultravioleta y cáncer de piel. Consejos preventivos. *RB1pdf Radiobiología Radiobiología*, 1(1), 15–17. Retrieved from <http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/radiobiologia.htm>
- Chacon Cardona, C. A., Cely, O. E., & Guerrero, F. (2008). Diseño y construcción de un medidor de radiación solar. *Tecnura*, 14–23.
- González-Púmariega, M., Tamayo, M. V., & Sánchez-Lamar, Á. (2009). *La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana*, 18(2), 69–80. Retrieved from <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/194/v/v18-2/06.pdf>
- Harrington, W. (2015). *Learning Raspbian*. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=O6HNBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=raspbian&ots=ZG2PnhATWF&sig=0QwaUR3tOkvYgRWReEo5sgesoHo>
- Kipp & Zonen. (2017). *Kipp & Zonen*. Retrieved from <http://www.kippzonen.es/Product/248/UVS-B-T-Radiometro-UV#.WazPMMtSDIU>
- LAPIS Semiconductor. (2013). *ML8511 UV Sensor with Voltage Output*.
- Maksimović, M., Vujović, V., Davidović, N., & Perišić, V. M. and B. (2014). Raspberry Pi as Internet of Things hardware: Performances and Constraints. *ResearchGate*, 3. Retrieved from [https://www.researchgate.net/profile/Vladimir\\_Vujovic/publication/280344140\\_ELI16\\_Maksimovic\\_Vujovic\\_Davidovic\\_Milosevic\\_Perisic/links/55b3368608ae9289a08594aa.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Vladimir_Vujovic/publication/280344140_ELI16_Maksimovic_Vujovic_Davidovic_Milosevic_Perisic/links/55b3368608ae9289a08594aa.pdf)
- Mora Ochoa, M., Olivares Savignón, R., González Gross, M., & Castro Mela, I. (2010). El sol: ¿enemigo de nuestra piel? *Medisan*, 14(6), 825–837. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192010000600014&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192010000600014&lang=es)
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Índice UV Solar mundial: guía práctica*. Retrieved from <http://www.who.int/uv>
- Pérez Tiscareño, M. (2014). *Diseño de un radiómetro ultravioleta, para su aplicación en modelos de radiación UV*, 76.
- Raspberry PI. (2015). Ultimate guide to Raspberry PI. *Computer Shopper*, (324), 105–119. Retrieved from [http://micklord.com/foru/Raspberry Pi Pages from Computer Shopper 2015-02.pdf](http://micklord.com/foru/Raspberry%20Pi%20Pages%20from%20Computer%20Shopper%202015-02.pdf)

Roithner LaserTechnik. (2011). *GUVA-S12SD UV-B Sensor*. Retrieved from <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/1918guva.pdf>

Romero Gómez, J. P., & Moreno Roballo, N. I. (2016). *Implementación de una estación radiométrica en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.

Semiconductors, V. (2016). *UVA Light Sensor with I2C Interface, 1–13*. Retrieved from <https://www.vishay.com/docs/84277/veml6070.pdf>

Solar Light. (2013). *Solar Light*. Retrieved from <http://solarlight.com/product/uv-warning-signal/>

# 7

Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas.

*Andy Castillo Palma  
Pablo España Bravo  
Jorge Herrera Tapia*

## **Diseño de una aplicación para la transmisión de mensajes multimedia basada en el Internet de las Cosas.**

**Andy Castillo Palma**

e1316458650@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Pablo España Bravo**

e1350583744@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Jorge Herrera-Tapia**

jorge.herrera@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

La interconexión digital de objetos conocida como el Internet de las Cosas, como concepto y técnica de comunicación está siendo muy explotada en todos los aspectos, la flexibilidad de su modelo permite ser aplicado en la industria, diario convivir, educación y hogar. Este trabajo de investigación experimental tiene como objetivo diseñar una aplicación para la difusión de mensajes multimedia entre dispositivos móviles inteligentes que tengan instalado el sistema operativo Android. El sistema de transmisión utilizará tecnología red inalámbrica Bluetooth. El diseño se basa en el modelo cliente-servidor, permitiendo que los dispositivos cercanos se interconecten y envíen información. La adaptación de este método es esencial para modelar la difusión de mensajes bajo el concepto de redes oportunistas, de manera que cuando un usuario envíe un mensaje, este se transmita de nodo en nodo en cuanto tengan la oportunidad de contactarse, consiguiendo de esta manera entregar los mensajes a la mayor cantidad de usuarios sin necesitar Internet o datos móviles. Este trabajo de investigación permite concluir que el modelo de comunicación del Internet de las Cosas, es una alternativa viable a ser considerada para la transmisión de mensajes entre dispositivos que no estén conectados a una infraestructura fija de telecomunicaciones.

**Palabras claves:** Android, Bluetooth, Mensajería, Redes ad-hoc, Redes oportunistas.

Digital interconnection of objects known as the Internet of things, as a concept and technique of communication is being very exploited in all aspects, the flexibility of its model allows to be applied in the industry, daily living, education and home. This experimental research work aims to design an application for the broadcasting of multimedia messages between smart mobile devices that have installed the Android operating system. The transmission system will use Bluetooth wireless technology. The design is based on the model client/server, allowing nearby devices to be interconnected and send information. The adaptation of this method is essential for modeling the dissemination of messages under the concept of opportunistic networks, in a way that when a user sends a message, this is transmitted from node to node as soon as they have the opportunity to contact, getting this way to deliver messages to the most number of users without the need for Internet or mobile data. This research work leads to the conclusion that the model of communication of the Internet of things is a viable alternative to be considered for the transmission of messages between devices that are not connected to a fixed infrastructure of telecommunications.

**Key words:** Android, Bluetooth, Messaging, Network ad-hoc, Opportunistic networks.



## Introducción

Con el avance y despliegue tecnológico de los dispositivos móviles, también han aumentado las opciones para que las personas estén comunicadas mediante el uso de aplicaciones diseñadas para tal efecto., las mismas que hacen uso de Internet para permitir la interacción entre los usuarios. La utilización de la infraestructura de Internet, así como es una ventaja, también se convierte en un limitante para el uso de programas de mensajería, debido a que la mayoría de estos no funcionarían sin el acceso a dicha infraestructura.

Una arista muy notable en el desarrollo tecnológico y muy ligado a la sistemas de computación de última generación es el Internet de las Cosas (IdC), o generalmente conocido como IoT (abreviado del inglés Internet of Things), que implica la interconexión digital de y entre los objetos con los que interactúan las personas con el Internet (Rose, Eldridge, & Chapin, 2015; Wikipedia, 2018), esto se ha convertido en un área de estudio donde las empresas líderes han focalizado sus esfuerzos económicos y de investigación debido a que es un tema emergente, de escala técnica, social y económica.

Los desafíos del IoT van más allá del simple monitoreo unidireccional a través de sensores instalados en objetos que emiten datos vía redes inalámbricas, el IoT debe considerar aplicaciones para que los humanos puedan interactuar con los objetos en la mayoría de las situaciones del diario vivir, incluyendo el entretenimiento de las personas (Chen, 2012). De acuerdo a (GSMA Association, 2014) el IoT tiene el potencial para entregar soluciones en el campo de la eficiencia energética, seguridad, salud, hogar y en muchos otros aspectos, como el industrial, todo esta interacción de datos permitirían tomar decisiones inteligentes en un momento oportuno, de igual manera lo corrobora (Gluhak et al., 2014), quien además argumenta como un dominio interdisciplinar.

Un modelo de comunicación e interacción de objetos, es el de Ciudades Inteligentes (Gaur, Scotney, Parr, & McClean, 2015), que está completamente relacionado al IoT, (Zanella, Bui, Castellani, Vangelista, & Zorzi, 2014) lo enfocan como el IoT urbano, como un servicio que estaría diseñado para gestionar a una ciudad de manera digitalmente inteligente, a través de las más avanzadas tecnologías para brindar un mejor vivir a los ciudadanos, permitiendo integrar mucho ecosistemas como lo afirma (Gershenfeld, Krikorian, & Cohen, 2004).

Tanto en IoT como en las ciudades inteligentes, los objetos deben utilizar una interface inalámbrica para la transmisión de datos. Existen algunas alternativas tecnológicas, que dependiendo de su aplicación será su elección, por ejemplo para entornos de corta distancia se tiene a Bluetooth (Bluetooth SIG, 2018), WiFi (Camps-Mur, Garcia-Saavedra, & Serrano, 2013), y para la transmisión a una distancia larga se tiene a tecnologías de redes amplias y de bajo consumo energético como LPWAN (Barrachina-Muñoz, Bellalta, Adame, & Bel, 2017; Petäjajarvi, Mikhaylov, & Hänninen, 2016), entre otras.

En esta investigación, que consiste en el diseño de una aplicación para el envío y recepción de mensajes entre dispositivos móviles sin que estos requieran el uso de Internet, el mismo que por alguna circunstancia técnica, o causada por algún desastre natural no esté disponible. Como solución se propone la utilización de un modelo de comunicación basado en IdC, con redes de punto a punto o técnicamente conocidas como ad-hoc (Kiess & Mauve, 2007), las mismas que permiten la interacción directa entre dispositivos sin que estos estén conectados a una infraestructura fija de telecomunicaciones. Luego de esta sección, en este artículo se argumenta la importancia del problema, seguido de la metodología, donde se detalla el diseño del prototipo de la aplicación para Android

(Google Inc; Android, 2018), seguido se presentan y discuten los resultados, y finalmente se exponen las conclusiones.

### **Importancia del problema**

Como se indicó previamente, el problema es la transmisión de datos entre dispositivos móviles cuando el Internet no esté disponible, o cuando el sistema de transmisión de datos esté saturado, impidiendo de esta manera que se puedan comunicar las personas. Ante esta diversidad se plantea una solución, que es la interconexión de dispositivos utilizando el modo ad-hoc o conexión punto-a-punto de las interfaces de red. Para esto se diseña y desarrolla la aplicación en la herramienta Android Studio usando la propia API, que proporciona robustez y una base sostenible de las actividades. Es claro que no se tendrá el mismo rendimiento y funcionalidad de Internet, pero sería una alternativa válida en determinadas circunstancias.

Para la capa de comunicación entre dispositivos se utilizó Bluetooth, esta tecnología muy conocida se encuentra presente en todos los teléfonos inteligentes. Y como interface usuario-teléfono se desarrollaría una aplicación modelo de mensajería, diseñada en varias secciones según la funcionalidad lo requiera, en donde el intercambio de mensajes se realiza en una ventana según el usuario utilice el medio.

### **Metodología**

En este trabajo se diseñó una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android, para el envío de mensajes multimedia utilizando Bluetooth como tecnología de transmisión de datos. El objetivo es crear un sistema de comunicación en el que sea posible intercambiar información en una red local, donde el acceso a Internet se vea limitado o prácticamente inaccesible.

Para elaborar una aplicación de mensajería que utilice Bluetooth como medio de difusión de mensajes existen diferentes técnicas que son necesarias considerar, en el trabajo de (Fernández Delegido, 2015) se pueden apreciar estas y lo primero que indica, es definir bien lo que se desea implementar debido a que el manejo de interfaces de radio en un teléfono inteligente no es muy sencillo.

Entre los objetivos considerados en este diseño están:

- Aplicar la metodología experimental, debido a que esta investigación está orientada a la implementación de un sistema para dispositivos móviles.
- Realizar el análisis de la implementación de un sistema de mensajería entre dispositivos de conexión local.
- Intercambiar información entre dos o más dispositivos localizados físicamente en el mismo medio de transmisión.
- Implementar un sistema sencillo de manejo de mensajes en aplicación a un buffer de control de inserción de medios y verificación de extracción o eliminación de estos.

Y entre las tareas de la aplicación móvil a desarrollar están:

- Gestión de mensajería punto a punto y manejo de grupos.
- Ofrecer un menú intuitivo con las diferentes características de la aplicación.
- Poder observar dispositivos de la red que se encuentren disponibles y a los cuales podamos conectarnos.
- Clasificación de mensajes por características de verificación.

- La información de proceso interno deberá estar presente sin que el usuario pueda intervenir y sin ser visible.
- Implementar características propias de un sistema de mensajería como lo son distribución de chat, búsqueda de mensajes, control sobre el nombre del dispositivo, entre otras que ofrezcan una experiencia de usuario formidable.

Basado en un criterio de desarrollo tradicional de cuatro actividades en fases metodológicas el proyecto se realizó de la siguiente manera:

- Planificación
  - Análisis situacional
  - Requerimientos
  - Iteraciones iniciales
- Diseño
  - Vistas
  - Funcionalidades
  - Estructura de datos
- Codificación
- Pruebas
  - Conexión
  - Velocidad de transferencia e intercambio
  - Entregas incrementales

Tomando en consideración actividades propias de un equipo motor de desarrollo, se subdivide el trabajo en iteraciones planificadas como se visualiza en la tabla a continuación:

**Tabla 1.**  
Modelo de actividades de desarrollo en fase inicial

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
1	Estabilizar conexión bluetooth	Usuario	Tener la menor cantidad de interrupciones en la conexión bluetooth	Lograr el envío correcto de mensajes	Presencia inestable de conexión en tecnología bluetooth	Media	5
2	Aplicar modelo de datos a conexión establecida	Usuario	Tener disponibilidad de los mensajes enviados y recibidos en el proceso de mensajería	Almacenar mensajes	Estructura de base de datos local	Alta	3
3	Crear identificadores de dispositivos en la aplicación	Usuario	Identificar el dispositivo emparejado mediante un código único fijo	Identificar dispositivos	MAC del dispositivo	Alta	2
4	Envío de mensajes multimedia	Usuario	Poder enviar mensajes multimedia, caracterización: audio e imágenes	Tener más opciones de envío de información	Videos descartados y limitación de peso de mensajes	Media	5

5	Crear identificadores de chat individual por mensaje	Usuario	Identificar el chat individual a través de un código único establecido	Identificar chat	Código en formato user.#msj	Alta	3
6	Crear identificadores de chat grupal por mensaje	Usuario	Identificar el chat grupal a través de un código único establecido del tipo de asociación	Identificar chat	Código en formato grp.user.#msj	Alta	4

Fuente: Autores.

**Tabla 2.**

Modelo de actividades de desarrollo en fase epidémica.

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
7	Diseminación de conexión	Usuario	Ampliar la conexión, pasando del modelo unicast a un modelo multicast	Lograr conexión ampliada	Revisión de permisos	Alta	4
8	Crear red oportunística	Usuario	Conexión sin una infraestructura predefinida o existente	Acceder a mensajería sin internet	Principio Red AD-HOC	Alta	5
9	Establecer parámetros de velocidad y distancia para medición	Usuario	Mensajería rápida y estable	Optimización de acciones	Medidores de rendimiento	Alta	3
10	Diseminación de mensajes	Usuario	Llegar a todos mis contactos emparejados para chat vía bluetooth	Usar la mensajería de la aplicación	Diseño y modelado de red en finalización	Alta	5

Fuente: Autores.

**Tabla 3.**

Modelo de actividades de desarrollo en fase de usabilidad.

id	Tema	Como un	Necesito	Así podré	Notas	Prioridad	Esfuerzo (sp)
11	Cálculo de vectores distancia e identificador	Usuario	Saber si un dispositivo se encuentra cerca	Reconocer usuario	Vectores posición	Alta	5
12	Módulo de reconocimiento (dispositivo cercano)	Usuario	Que el móvil brinde una alerta de proximidad	Determinar la distancia a la que se encuentra	Vectores posición	Alta	5
13	Exposición por voz de dispositivo cercano	Usuario	Que se genere una alerta entendible	Escuchar el nombre del dispositivo	Módulo de voz	Alta	5

Fuente: Autores.

Teniendo presente que la aplicación será para funcionar en el sistema operativo Android, se utilizará como plataforma de desarrollo Android Studio (Android & Inc, 2018).

Android Studio es un entorno integrado de desarrollo (IDE) oficial para la plataforma Android, anunciado hace poco tiempo (16 de mayo de 2013), reemplazó a Eclipse como el IDE oficial para el desarrollo de aplicaciones para Android. Está basado en IntelliJ IDEA y diseñado expresamente para el desarrollo de aplicaciones en su plataforma. Entre las características más destacables que se han usado en este proyecto son:

- Renderización en tiempo real para las interfaces
- Consola de desarrollador
- Refactorización específica de Android.

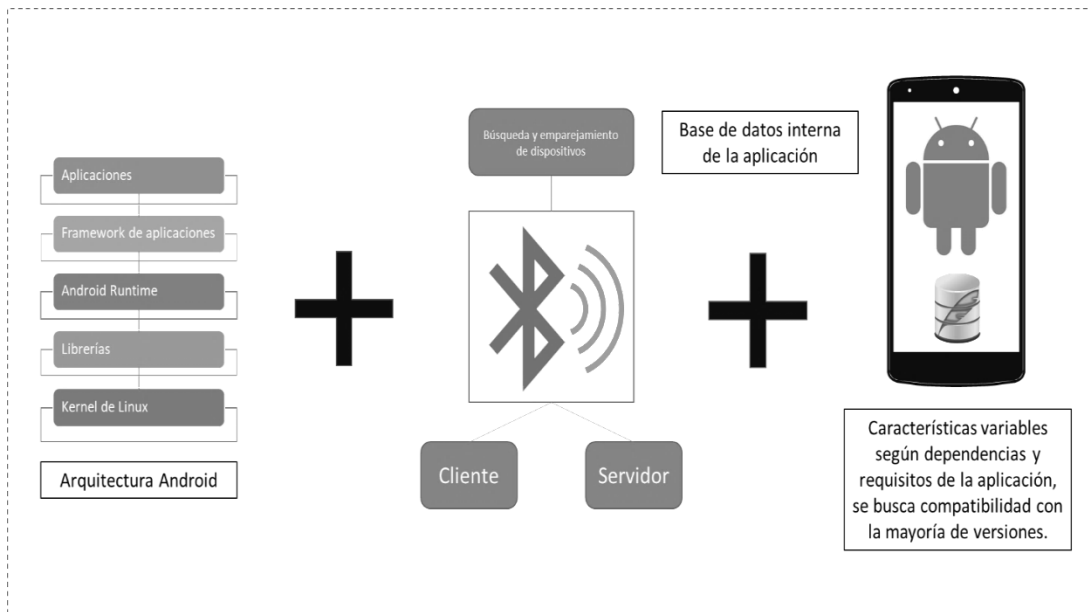
Android es un sistema operativo que fue diseñado para su funcionamiento en dispositivos táctiles tales como teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes, automóviles, televisores, entre otros; basado en la plataforma Linux, sistema operativo de código abierto y multiplataforma, fue desarrollado inicialmente por Android Inc. Cabe mencionar que Android ha sufrido diversidad de cambios al transcurrir los años, siendo evidentes en cada una de sus versiones con ciertas funcionalidades que hacen que la investigación tenga variaciones y componentes que no se mantendrán estables con el avance del tiempo.

### **Situación inicial**

Se podría encontrar gran cantidad de sistemas que realicen tareas similares o parecidas hacia el enfoque dirigido de este proyecto, sin embargo, es necesario mencionar estudios realizados con implementaciones y demostraciones basados en redes oportunistas. Como por ejemplo, el caso de Firechat (Open Garden, San Francisco, CA, USA) ó de Meshme (Meshme Inc., New Castle, DE, USA), y de (Hern et al., 2016).

En Opportunistic Content-Centric Networking (Kouyoumdjieva, Yavuz, Helgason, Pajevic, & Karlsson, n.d.), se realiza una presentación de implementación de un middleware (lógica de intercambio de información entre aplicaciones) el cual distribuye contenido a través de redes ad hoc móviles, mostrando una arquitectura de red punto a punto que permite la difusión de contenido entre dispositivos móviles sin la dependencia de soportes o infraestructura alguna.

De acuerdo con el artículo de evaluación de los efectos de la cooperación de nodos en el enrutamiento DTN (Li, Su, & Wang, 2012), el enrutamiento de redes de tolerancia a retardos explota de forma más efectiva el mecanismo de reenvío oportunista, siendo fundamental este criterio para la realización del modelo multicast de conexión entre nodos para la cooperación entre dispositivos. De igual manera hay estudios como (J. Herrera-Tapia et al., 2016; Jorge Herrera-Tapia et al., 2016), donde los autores explican mecanismos para incentivar a las personas para colaborar en una red ad-hoc.



**Ilustración 1.**

Esquema general de funcionamiento.

**Fuente:** Autores.

Otro estudio de (Dede et al., 2018) acerca de la simulación de redes oportunistas, menciona entre las actividades de su trabajo, la realización de encuestas y direcciones futuras de implementación, siendo lo más importante la evaluación de rendimiento de este tipo de redes; la encuesta aplicada se centra principalmente en las herramientas y modelos disponibles, comparando su rendimiento y precisión y además, demostrando de forma experimental las escalabilidad de este trabajo en distintos simuladores, siendo este trabajo de importancia mayor para reconocer el impacto y aporte que daría la implementación del proyecto propuesto.

### Diseño

Antes de explicar el diseño de la aplicación de mensajería, se va indicar o citar conceptos claves de funcionamiento de ciertos elementos, y su interacción.

### Bluetooth

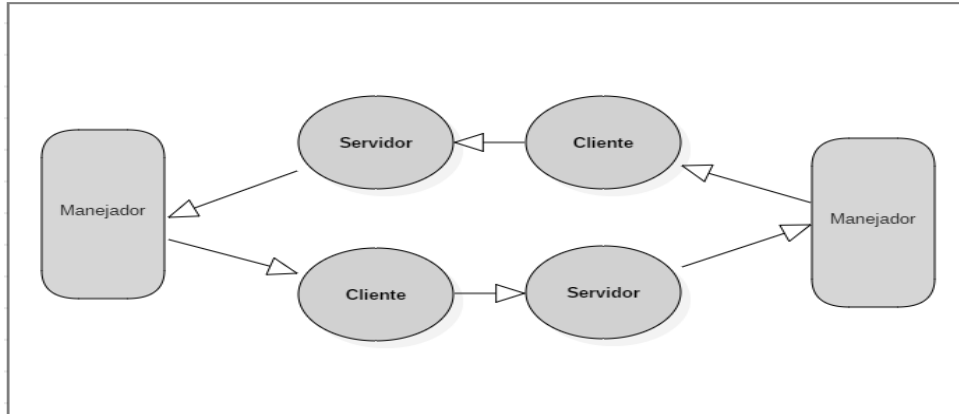
Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN), que hace posible la transmisión tanto de voz como de datos entre diferentes dispositivos a través de un enlace de radiofrecuencia. Los objetivos principales de la existencia de esta tecnología son:

- Facilitar la comunicación entre dispositivos móviles.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Brindar la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y así facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

### Funcionamiento de Bluetooth en Android

El funcionamiento de Bluetooth en los dispositivos con sistema operativo Android, está basado en una arquitectura Cliente-Servidor, por lo que para lograr el envío de mensajes es necesario el uso de sockets ya que estos proporcionan un punto de comunicación mediante el cual se podrá enviar o recibir la información. La Ilustración 1 muestra el esquema de interacción de Android con Bluetooth.

En el caso de transferencia de mensajes entre dos dispositivos móviles, en primer lugar, un dispositivo debe abrir un socket servidor mientras que el otro dispositivo deberá inicializar la conexión usando la dirección MAC del dispositivo servidor. Luego de realizar esta conexión, ambos dispositivos deberán tener un socket de tipo Bluetooth en el mismo canal RFCOMM. Tal como lo muestra en la Ilustración 2.



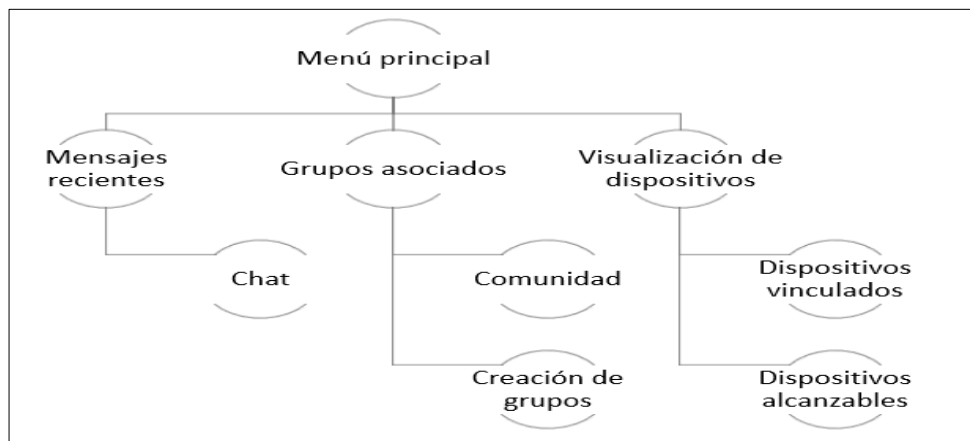
**Ilustración 2.**

Bluetooth en Android.

**Fuente:** Autores

### Esquema de funcionamiento de la aplicación

Luego de explicar el funcionamiento de la tecnología Bluetooth en los dispositivos móviles con Android, se muestra a continuación el esquema de la aplicación desarrollada, la cual contiene un menú principal que nos permitirá navegar por las actividades o vistas que contienen las funciones necesarias para realizar el envío de mensajes, estas vistas son: mensajes recientes, que contiene las conversaciones con otros dispositivos, grupos asociados, tanto grupos creados como grupos a los cuales un dispositivo ha sido agregado, y visualización de dispositivos, que incluye los dispositivos vinculados y los dispositivos cercanos.



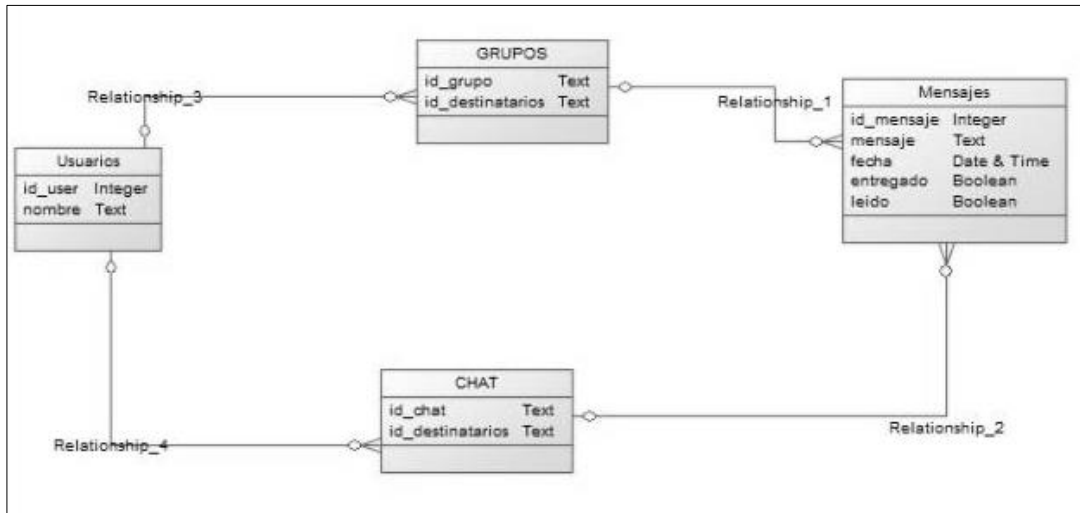
**Ilustración 3.**

Esquema de funcionamiento.

**Fuente:** Autores

### Estructura de la base de datos

Para que la aplicación cumpla con su objetivo, que es el envío de mensajes mediante Bluetooth, es necesario que la información sea persistente para ello se requiere la creación de una base de datos, la cual se encontrará de manera local en cada dispositivo y contendrá información relacionada a los mensajes, dispositivos Bluetooth, grupos, etc. A continuación, se muestra de forma más específica las tablas a manejar, junto con sus campos y la forma en que serán relacionadas.

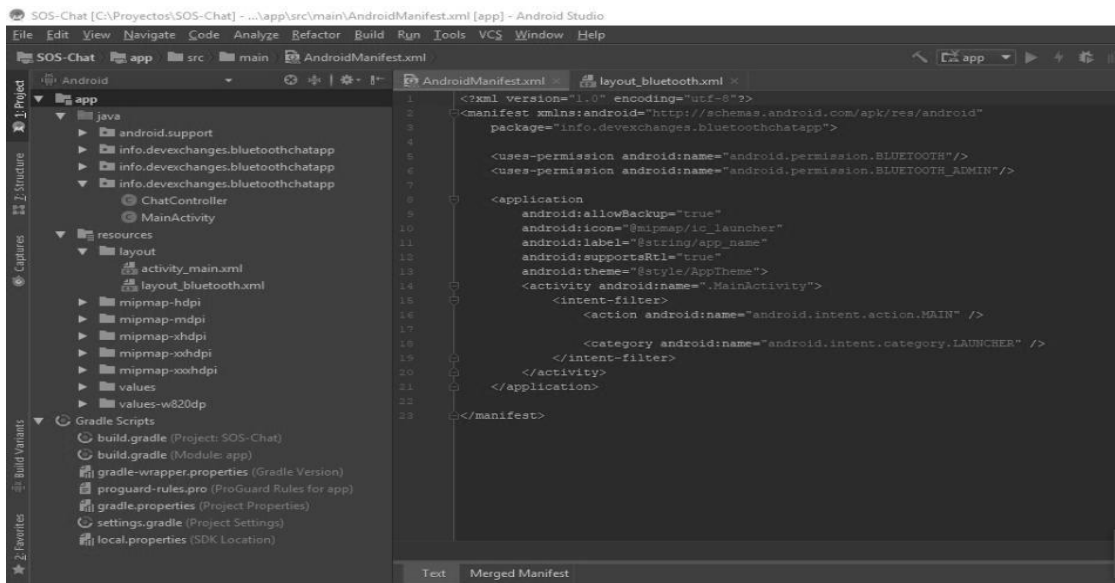


**Ilustración 4.**

Estructura de la base de datos.

Fuente: Autores

Una vez diseñada la aplicación se procedió a la respectiva implementación en Android Studio, como es de conocimiento se utiliza lenguaje Java en la codificación. En la siguiente figura se puede apreciar la interfaz de desarrollo del proyecto en Android Studio.



**Ilustración 5.**

Interfaz de desarrollo en Android Studio.

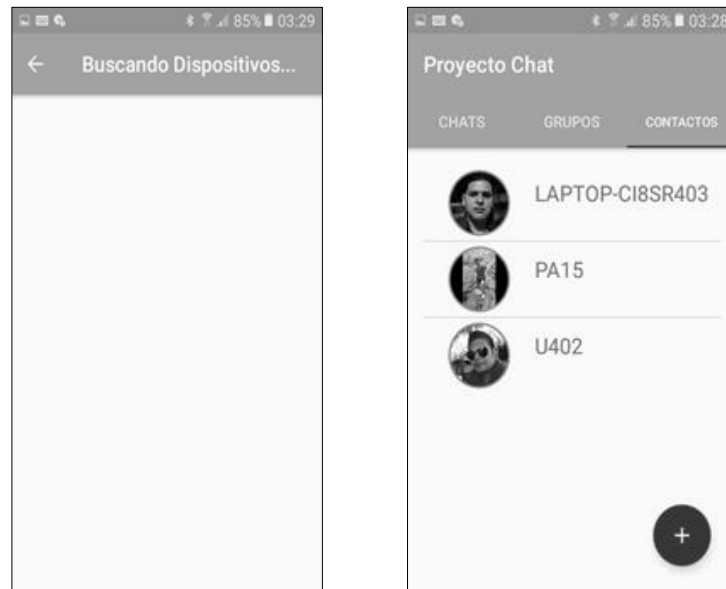
Fuente: Autores



## Resultados

Una vez desarrollada la aplicación Android, se procedieron a realizar las respectivas pruebas, a continuación indicaremos las principales funcionalidades a través de la captura de pantallas.

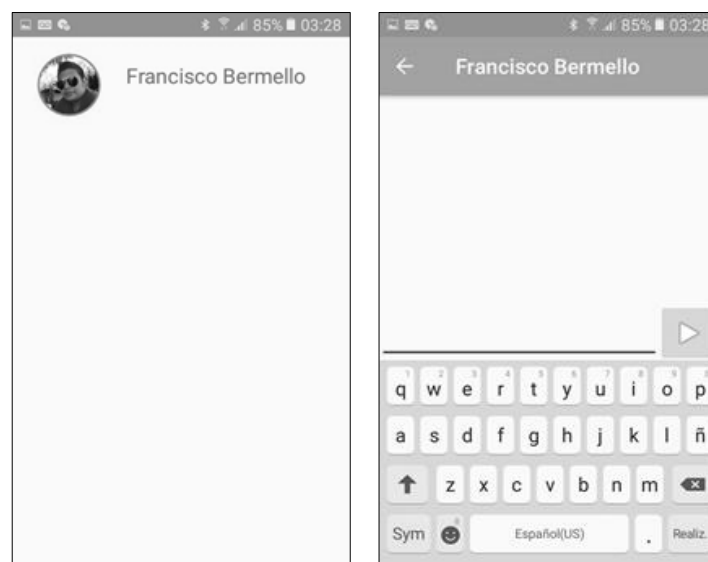
En las Figuras 6 y 7, se puede apreciar como la aplicación una vez inicializada, encuentra a los dispositivos cercanos y con uno empieza un diálogo.



*Ilustración 6.*

Aplicación funcionando, búsqueda de dispositivos

**Fuente:** Autores

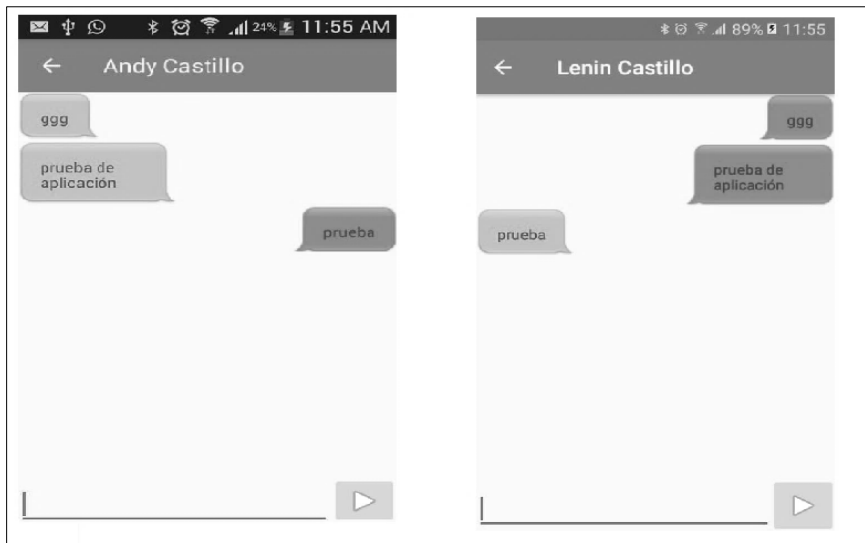


*Ilustración 7.*

Abriendo un chat con un usuario

**Fuente:** Autores

En cambio en la Figura 8, se puede observar otro escenario, donde dos (Andy Castillo y Lenin Castillo) usuarios intercambian mensajes de texto.



**Ilustración 8.**

Dos usuarios chateando

**Fuente:** Autores

### **Discusión**

Como se indicó al inicio de este trabajo, esta investigación es de corte experimental ya que se diseñó e implementó un prototipo de mensajería entre usuarios de dispositivos móviles, sin que esta hiciera uso de la infraestructura de Internet. La capa de comunicación entre dispositivos hizo uso de una de red inalámbrica usada para el Internet de las Cosas como es Bluetooth.

Como es lógico, las aplicaciones de mensajería que hacen uso de Internet tienen un amplio espectro para la difusión de mensajes, sin importar el tiempo y la distancia a que estén los usuarios, ya que disponen de una gran infraestructura tecnológica expandida por todo el mundo. En cambio, este tipo de aplicaciones como la que se desarrolló, está limitada porque depende directamente del número de usuarios que estén disponibles en un área y momento determinado para que puedan compartir información. Esta limitante no impide que estos sistemas de comunicación ad-hoc sean una alternativa viable para compartir información en lugares donde o exista Internet, o su capacidad de transmisión esté saturada. Por ejemplo, en un evento de concurrencia masiva, como puede ser un concierto o una manifestación.

Durante el desarrollo de la aplicación, se encontraron algunos problemas, debido a la versión de hardware de cada dispositivo, por lo que se procedió a trabajar con la más común, esto no le quitó ninguna funcionalidad a la idea original de la solución. Otro factor a considerar es la configuración cliente servidor, que se debió hacer en los dispositivos para que pudieran conectarse.

En general, tal como afirma (Evans et al., 2011), el Internet de las Cosas marca la evolución del Internet convencional al que estábamos ya acostumbrados y debemos estar inmersos en la utilización de sus herramientas, para poder ofrecer más servicios a la colectividad.

### Conclusión

Al finalizar la investigación que implicó un estudio conceptual y práctico del nuevo modelo de comunicación como es el Internet de las Cosas, se puede concluir que este ofrece muchas ventajas, no solo para el campo de análisis de información recolectada por sensores, sino que la tecnología utilizada se puede emplear para ofrecer varias soluciones y en diferentes áreas, como fue en nuestro caso para el desarrollo de una aplicación de mensajería que funcione sin el uso de una infraestructura de telecomunicaciones. En el caso puntual del diseño y desarrollo de la aplicación de mensajería, podemos afirmar que diseñar un sistema de transmisión de datos no es fácil, que requiere de mucho tiempo de análisis, codificación y pruebas.

Como trabajo futuro, se tiene previsto el uso de otras tecnologías de mayor alcance y el diseño de un algoritmo que permita optimizar la transferencia de mensajes, para llegar a más usuarios, ampliando el radio de difusión.

### Agradecimiento

Agradecemos a la Facultad de Ciencias Informáticas “FACCI” y al Departamento de Investigación de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador, por su apoyo en este proyecto de investigación. Asimismo, a los integrantes de Grupo de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación de la FACCI.

### Referencias

- Android, & Inc, G. (2018). *Android Studio*. Retrieved September 22, 2018, from <https://developer.android.com/studio/intro/?hl=es-419>
- Barrachina-Muñoz, S., Bellalta, B., Adame, T., & Bel, A. (2017). Multi-hop communication in the uplink for LPWANs. *Computer Networks*, 123, 153–168. <http://doi.org/10.1016/j.comnet.2017.05.020>
- Bluetooth SIG, I. (2018). Bluetooth. Retrieved August 17, 2018, from <https://www.bluetooth.com/>
- Camps-Mur, D., Garcia-Saavedra, A., & Serrano, P. (2013). Device-to-device communications with WiFi direct: Overview and experimentation. *IEEE Wireless Communications*, 20(3), 96–104.
- Chen, Y.-K. (2012). Challenges and opportunities of internet of things. *17th Asia and South Pacific Design Automation Conference*, 383–388. <http://doi.org/10.1109/ASPDAC.2012.6164978>
- Dede, J., Förster, A., Hernández-Orallo, E., Herrera-Tapia, J., Kuladinithi, K., Kuppusamy, V., ... Vatandas, Z. (2018). Simulating Opportunistic Networks: Survey and Future Directions. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 20(2). <http://doi.org/10.1109/COMST.2017.2782182>
- Evans, D., Figuerola, N., Fundación de la Innovación Bankinter, Isenstadt, S., Security, N. C., Proves, A., ... Robla, I. (2011). Internet de las cosas: Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. *Journal of Food Engineering*, 49(Emim), 314–318. <http://doi.org/10.2991/emim-15.2015.61>
- Fernández Delegido, D. (2015). *Aplicaciones de mensajería para dispositivos móviles basadas en comunicación punto a punto local*. Universitat Politècnica de València.
- Gaur, A., Scotney, B., Parr, G., & McClean, S. (2015). Smart city architecture and its applications based on IoT. *Procedia Computer Science*, 52(1), 1089–1094. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.122>

- Gershenfeld, N., Krikorian, R., & Cohen, D. (2004). *The internet of things*. *Scientific American* (Vol. 291). <http://doi.org/10.1038/scientificamerican1004-76>
- Gluhak, A., Krco, S., Nati, M., Pfisterer, D., Gluhak, A., Krco, S., ... Mitton, N. (2014). Things Research To cite this version : A Survey on Facilities for Experimental Internet of Things Research. *IEEE Communications Magazine*, 49(11), 58–67. <http://doi.org/10.1109/MCOM.2011.6069710>
- Google Inc; Android. (2018). *Android Operating System*. Retrieved August 20, 2009, from <https://www.android.com/>
- GSMA Association. (2014). Understanding the Internet of Things ( IoT ). *GSMA Journal*, (July). <http://doi.org/10.5120/19787-1571>
- Hern, E., Fern, D., Herrera-tapia, J., Cano, J., Calafate, C. T., & Manzoni, P. (2016). *GRCbat : A Contact-based Messaging Application for the Evaluation of Information Diffusion*, (c), 32–33.
- Herrera-Tapia, J., Hernández-Orallo, E., Tomas, A., Manzoni, P., Calafate, C. T., & Cano, J.-C. (2016). *Improving message delivery performance in opportunistic networks using a forced-stop diffusion scheme*. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 9724). [http://doi.org/10.1007/978-3-319-40509-4\\_11](http://doi.org/10.1007/978-3-319-40509-4_11)
- Herrera-Tapia, J., Hernández-Orallo, E., Tomás, A., Manzoni, P., Calafate, C. T., Cano, J.-C., ... Mahmoodi, T. (2016). *Friendly-Sharing: Improving the Performance of City Sensoring through Contact-Based Messaging Applications*. <http://doi.org/10.3390/s16091523>
- Kiess, W., & Mauve, M. (2007). A survey on real-world implementations of mobile ad-hoc networks. *Ad Hoc Networks*, 5(3), 324–339. <http://doi.org/10.1016/j.adhoc.2005.12.003>
- Kouyoumdjieva, S., Yavuz, E. a, Helgason, Ó., Pajevic, L., & Karlsson, G. (n.d.). *Opportunistic Content-Centric Networking : The Conference Case Demo*. Networks.
- Li, Y., Su, G., & Wang, Z. (2012). Evaluating the effects of node cooperation on DTN routing. *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, 66(1), 62–67. <http://doi.org/10.1016/j.aeue.2011.05.001>
- Petäjajarvi, J., Mikhaylov, K., & Hänninen, T. (2016). *On the Coverage of LPWANs : Range Evaluation and Channel Attenuation Model for LoRa Technology*, 55–59.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). *La Internet De Las Cosas — Una Breve Reseña*. *Internet Society- ISOC*, 83. Retrieved from <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- Wikipedia. (2018). *Internet de las Cosas*. Retrieved September 19, 2018, from [https://es.wikipedia.org/wiki/Internet\\_de\\_las\\_cosas](https://es.wikipedia.org/wiki/Internet_de_las_cosas)
- Zanella, a, Bui, N., Castellani, a, Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). Internet of Things for Smart Cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32. <http://doi.org/10.1109/JIOT.2014.2306328>

# 8

Servicios Web (Web Service) para microempresas, utilizando modelos de minería de datos.

*John Cevallos Macías  
Fabricio Verduga Urdánigo  
Jorge Anibal Moya Delgado*

## Servicios Web (Web Service) para microempresas, utilizando modelos de minería de datos.

**John Cevallos Macías**

john.cevallos@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

**Fabrizio Verduga Urdánigo**

frankyfa@hotmail.com  
Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

**Jorge Aníbal Moya Delgado**

jorge.moya@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

### Resumen

Las microempresas en el Ecuador son un grupo tecnológicamente desatendido debido a sus recursos limitados y carencia de conocimiento tecnológico, que en muchos casos impide su crecimiento como negocio. En la presente investigación, se diseña una estructura de minería de datos basada en reglas de asociación ofrece sugerencias de compras mediante un dispositivo móvil implementando, tácticas de ventas adicionales y ventas cruzadas (up-selling y cross-selling). El diseño de la propuesta se basa en el proceso de generación de modelos de minería de datos y culmina con la validación e implementación de modelos de reglas de asociación, como micro servicios orquestados por un servicio Web (Web Service). Esta arquitectura de servicios se encuentra desarrollada en Node.js, y se conecta con una base de datos en el gestor PostgreSQL, mientras que la aplicación móvil se desarrolló en el entorno de trabajo (Framework) Ionic que le permite estar disponible para varias plataformas. La herramienta móvil presenta un aporte a los negocios informales, en los que un vendedor atiende directamente a los clientes y brinda alternativas de compra incrementando sus ventas en un porcentaje cercano al 25%, además de otros beneficios menos tangibles como la mejora en la atención al cliente en los negocios que carecen de infraestructura tecnológica.

**Palabras claves:** Minería de datos, Reglas de asociación, Reglas de decisión, Sistemas de recomendación, Microempresa, Micro servicios.

### Abstract

The microenterprises are a technologically neglected group due to their limited resources and lack of technological knowledge that in many cases prevent their growth as a business. This research is based in a data mining structure with association rules that offers shopping suggestions using a mobile device and implementing up-selling and cross-selling tactics, given those points, the design of the proposal is based on the process of generation of data mining models and culminates with the validation and implementation of rules for the association of microservices or servers by a web service, this service architecture is developed in Node.js, and it connects with a PostgreSQL database, while the mobile application was developed on Ionic framework, such that it is available for several platforms. Additionally, the mobile tool presents a contribution to informal businesses, where a seller serves customers directly and provides purchase alternatives increasing their sales by a percentage close to 25%. Similarly, other less tangible benefits such as improving customer service in the businesses without technological infrastructure.

**Keywords:** Data mining, Association rules, Recommender system, Engine, Microservices.

## Introducción

Existe una gran variedad de algoritmos orientados a relacionar hechos en común y entregar conocimiento a los sistemas de recomendación. Dichos algoritmos son utilizados de diversas formas y en algunos casos mejorados, según la situación en particular. En este sentido, los campos comerciales a los que se pueden aplicar los sistemas de recomendación, son cada vez más, lo que se podría presentar como una idea a reutilizar y difundir sin tener que entrar en detalles técnicos.

La heterogeneidad de los hechos y atributos que pueden afectar la toma de decisiones, representa que se realicen soluciones parciales y poco reutilizables, por lo que normalizar los parámetros de los algoritmos en una estructura jerárquica y abstraer el funcionamiento de los algoritmos de decisión orientados a la recomendación de opciones en un servicio web, nos va a permitir constatar si los sistemas de recomendación pueden expandir su uso a múltiples empresas medianas y pequeñas, con productos y servicios de características diferenciables y líneas variadas; así, apoyar el recurso humano dedicado a las ventas con una herramienta de alta usabilidad e instalable sobre todo tipo de dispositivo que soporte la implementación de servicios web.

La solución propuesta, es un servicio web de transferencia de estado representacional (REST) que abstraiga y encapsule la lógica e implementación de los algoritmos de aprendizaje automático, necesarios para realizar recomendaciones de productos afines; este servicio web recibe como parámetros datos que respetan una jerarquía de atributos genéricos previamente definidos, además de la ubicación de los datos que serán contrastados con los algoritmos de asociación como Apriori, fp-growth, Eclat, etc. (School, 2017).

Para monitorear, analizar y validar los resultados, se implementará el web service como un módulo de soporte sobre 3 líneas distintas: ropa de bebe, accesorios maternos y productos de higiene. Para el análisis de la efectividad se implementa una solución móvil que utilizan los vendedores como apoyo a las tácticas de marketing cross-selling y up-selling, midiendo los aciertos de las recomendaciones y la usabilidad de la aplicación al momento de solicitar una recomendación.

## Importancia del problema

Las aplicaciones y plataformas desarrolladas para la venta de productos y servicios, son muy utilizadas en pequeñas y medianas empresas a nivel latinoamericano, se ha convertido en un nicho de mercado, tanto para las empresas que emprenden en el desarrollo de software y necesitan capitalizar obteniendo ganancias a corto plazo, como para las grandes empresas desarrolladoras de software, que elaboran sofisticados sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y/o aplicaciones de venta en línea sobre plataformas tanto web como móvil. Muy pocas de estas aplicaciones cuentan con módulos para recomendación de productos y las que lo poseen, presentan un algoritmo orientado al marketing y la fidelización de clientes. Estos algoritmos no se encuentran estandarizados, ni existe una formalidad al momento de evaluar que atributos ni en que formato son enviados, así mismo sus resultados, los productos recomendados a su solicitante y el grado de certeza de las alternativas.

La arquitectura más utilizada para sistemas heterogéneos se orienta a servicios web, ya que utilizándolos se pueden servir datos a múltiples plataformas y tecnologías que los implementan, así también brindar estandarización a múltiples clientes y mejorar la productividad a nivel macro. Este trabajo, integra algoritmos de aprendizaje automático en esta arquitectura y encapsula muchas decisiones colaterales al momento de recomendar un producto o un servicio. Replicando la utilización de este servicio web, podemos garantizar que una gran cantidad de desarrolladores puedan contar con algoritmos de inteligencia en sus aplicaciones con características escalables y recursos centralizados.

Las tecnologías de la información influyen positivamente en la productividad, gestión de los procesos y sobre todo en la gestión de los clientes (Edgar Julián Gálvez Albarracín, 2014) en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), en dicho estudio desarrollado en Colombia se muestra mediante datos estadísticos la mejora significativa en la satisfacción del cliente y los procesos en general al incluir tecnologías de la información. Una conclusión relevante, es que tanto la edad como el tamaño de la empresa al momento de beneficiarse de entornos web no son factores a considerar, indicando que estas aplicaciones pueden beneficiar de manera general a todo tipo de empresas por más pequeñas y nuevas que sean. La siguiente investigación (Mireya Flores Jaén, 2016) realizada a empresas en la ciudad de Quevedo, detalla algunas características que frecuentemente son causas en la escasez de productos tecnológicos dirigidos a este medio. Entre los principales problemas de crecimiento tecnológico se encuentra la falta de financiamiento, la escasez de recurso humano con conocimiento informático, mucha competencia local y en muchas ocasiones, la carencia de interés en este tipo de inversión.

En este artículo se presenta adicionalmente, un análisis sectorial relevante en el que sintetizando podemos deducir que la mayoría de las pymes presentan informalidad contable, capital limitado y gastos corrientes como arriendos que acrecientan el problema, carecen de una estructura organizacional, buscan la calidad como estrategia para mejorar sus negocios, pero no se incluye la tecnología para alcanzarla.

Otro de los inconvenientes encontrados en el comercio, cuando interactuamos como un mercado informal, es la alta rotación tanto laboral como de productos (Ignacio Apella, 2008), provocando que los artículos como tal no tengan un historial constante (Chris Cornelis, 2007) y necesiten entrar en los sistemas de recomendación basados en el contenido, en este caso el contenido está apoyado en atributos, características y medidas de similitud. Una de las medidas tomadas por las microempresas para mantener la competitividad es pertenecer a una red de cooperación (Benito Hernández, 2009), estas redes o grupos de empresas se apoyan en diversos campos incluyendo el tecnológico y se ha comprobado que este tipo de cooperación realmente, puede incrementar el porcentaje de implementación de tecnologías de la información, siendo la mejorar arquitectura tecnológica la de servicios en un escenario de cooperación.

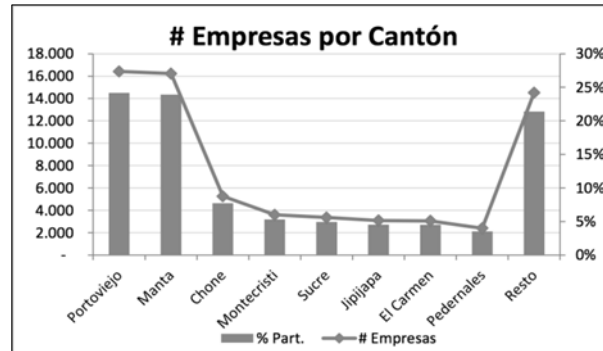
El 82% de las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en el Ecuador, tienen acceso a Internet (Monica Orozco, 2015), pero no le sacan el provecho adecuado, implementando aplicaciones que incrementen la calidad de sus servicios, por lo que el hardware sería el costo de inversión al que debemos disminuir, encontrando una opción económica, pero con el desempeño adecuado, como es el uso de tabletas de bajo costo; existen tabletas consideradas económicas (Navarro, 2018) y mucho más accesible que otro tipo de hardware. Adquiriendo dispositivos móviles y utilizando el internet podemos implementar aplicaciones tecnológicas actualizadas, de bajo costo y de gran utilidad empresarial.

### **Caso de estudio**

Manabí provincia de Ecuador, sufrió un fuerte impacto comercial con el terremoto del 16 de abril del 2017 (Universo, 2016), provocando un problema económico muy grave en la provincia y generando pérdidas de al menos \$860 millones al 49% del sector productivo. En Manta, el sector de Tarqui donde se asentaban 4200 comerciantes sufrió graves daños estructurales, impidiéndoles seguir utilizando el sector para sus ventas y sin poder contar con un crédito para reactivarse por falta de capital, creando una brecha muy difícil de superar para los microempresarios y emprendedores. Estos problemas fueron aplacados creando una nueva zona comercial denominada Nuevo Tarqui (Comercio, 2017), generando nuevas plazas de desarrollo tanto para el comercio minorista como al mayorista.



La arquitectura y sus servicios serán aplicados como una solución dirigida al sector comercial minorista y mayorista en desarrollo, teniendo en cuenta que en este caso de estudio los comerciantes están en proceso de resurgimiento y valorando la importancia de este sector a la economía de la provincia (López, 2017), ya que según los datos de la INEC, el 93% de las empresas que sostienen la economía son microempresas y un 36% de éstas, son comerciales. En el Gráfico, tomado del artículo, podemos observar la distribución de empresas en la provincia, siendo Manta y Portoviejo pilares de la economía y de mayor relevancia para las cifras económicas locales, sector que fue el más afectado con la disminución del 29% de compras de sus clientes a nivel de Manabí.



**Gráfico 1.**

Número de empresas por Cantón en Manabí.

Fuente (López H.R., 2017)

La herramienta creada, toma a este sector comercial afectado por un terremoto como caso de estudio, comercio ahora ubicado en el parque comercial Nuevo Tarquí, este escenario careció de créditos e inyecciones de capital para retomar sus actividades, por lo que la tecnología a pesar de ser necesaria para reactivarse y brindar una nueva cara a los clientes no es de fácil acceso. El trabajo desarrollado brinda una aplicación que sistematiza las ventas y recomendaciones, apoyándose en servicios web alojados en el internet. La utilización de esta herramienta en este escenario, demuestra que la implementación de microservicios como un motor de recomendaciones, aplicando algoritmos personalizados al entorno es factible y recomendable al sector comercial de las micro, pequeñas y medianas empresas.

### Metodología

La investigación es un proyecto factible, de nivel descriptible, basado en un estudio de campo, aplicando como caso de estudio el parque comercial Nuevo Tarquí, especialmente los comercios informales. De forma general, los componentes, el desarrollo y las herramientas utilizadas para generar un servicio web, que implemente los algoritmos de aprendizaje y sirva a la aplicación cliente, las recomendaciones sobre que producto ofertar están plasmados en las siguientes etapas: elección de algoritmos a implementar, personalización de algoritmos, pruebas de ejecución de los servicios y sus algoritmos, implementación de servicios web, herramienta de aplicación y evaluación de recomendaciones y metodología utilizada en la evaluación de la herramienta.

### Elección de algoritmos

Para la elección de los algoritmos, se ha revisado la librería propuesta en la investigación (Philippe Fournier-Viger A. G.-W., 2014), la cual presenta un gran número de soluciones implementadas en Java como software libre y enfocándose en la clasificación Frequent Itemset Mining que presta la solución utilizada en software de recomendación de productos. Esta librería se encuentra actualizada (Philippe Fournier-Viger J. C.-W., 2016) y cuenta con una interfaz gráfica, así como conjunto de datos para

pruebas en formato texto plano. Los algoritmos de mayor utilización son fp-growth y apriori, con modificaciones en su implementación, basada en el entorno y el problema al que va dirigido. Por ejemplo (Youcef Djenouri, 2017) el algoritmo SS-FIM, que tiene una gran similitud con Apriori puede obtener mejores resultados en conjuntos de datos grandes/ muy grandes disminuyendo el número de pasadas por las transacciones a una sola.

Aunque existen trabajos, en los que los filtrados colaborativos por sí solo no representan una herramienta definitiva para brindar recomendaciones útiles (Chris Cornelis, 2007), debido a la existencia de ítems sin regularidad que provocan carencia total de historial y seguimiento de preferencias, presentando soluciones que no pueden ser aisladas, más bien son complementarias como la utilización del contexto. La elección de candidatos también puede ser modificada como en el caso de (Jie Bao, 2012), donde se plantea un algoritmo que tiene como dato de entrada la región espacial en adición al usuario con sus selecciones previas.

El formato y la estructura como se trabaja la información, es también relevante como en el trabajo de (Chang Tan, 2014), al utilizar el par de atributo valor para definir las características de los elementos y proponiendo redes bayesianas para las similitudes entre éstos; también la estructura de árbol es utilizada en conjuntos de datos más difusos (Dianshuang Wu G. Z., 2013), siendo los métodos de similitud entre sus nodos, los más estudiados y relevantes al momento de desarrollar un algoritmo.

Tomando en cuenta que los algoritmos más utilizados en los sistemas de recomendación siguen siendo los de filtrado colaborativo y que la variación en la implementación radica en el contexto y sus problemas subyacentes, se llegó a la conclusión que los algoritmos a implementar en el motor desarrollado, serán los mismos que se han estudiado por su nivel de relevancia, pero con modificaciones enfocadas al momento de comparar los ítems. Además, se considera el formato que en este caso sería JSON, con objetos y sus atributos para realizar comparaciones utilizando funciones del lenguaje JavaScript.

### **Pruebas de ejecución de los servicios**

Para una mayor explicación de cómo funcionan los microservicios, se detallan pruebas realizadas sobre los servicios y cómo éstos responden dependiendo de los parámetros suministrados. Las llamadas al servicio principal son realizadas sobre el método POST, utilizando el método recomendar. Estos llamados funcionan como una sobrecarga de métodos, al recibir parámetros distintos en el cuerpo de las opciones que deben ir luego de la lista de ítems como parámetro obligatoriamente ubicado en el primer lugar. A continuación, la muestra valores de ejemplo para los parámetros y la explicación de lo que representan para el servicio principal.

**Tabla 1.**  
Llamadas a servicio principal

Identificador	Parámetros	Explicación
15	{listaItem: [{idItem:133}, {idItem:255}, {idItem:900}], listaGrupoFiltro: [{idGrupo:2}, {idGrupo:3}]}	Se envía la lista de ítems de la canasta de compras del cliente hasta el momento, también la lista de grupos que el vendedor seleccione con la interacción con el cliente.
17	{listaItem: [{idItem:133}, {idItem:900}], listaCaracteristica: [{idGrupoItem:2}, {idGrupoItem:4}]}	La lista de ítems, y adicionalmente una lista de características relevantes
18	{listaItem:[{idItem:255}], listaCaracteristicaMapa: [{ idGrupoItemMapa:3 }, {idGrupoItemMapa:4}]}	Lista de ítems, y características de mapeo relevante

Fuente: Autores, 2017.

En el primer caso con el identificador 15 asignado, el servicio principal según sus condiciones al validar los atributos del segundo parámetro, direcciona los parámetros al primer micro servicio. El funcionamiento del servicio se detalla en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde luego de ejecutar el algoritmo devuelve al servicio principal, los ítems sugeridos según los datos frecuentes con soporte mayor pre configurado como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**Tabla 2.**  
Llamada al primer microservicios

Método	Parámetro	Respuesta	Explicación
POST Llamar	{listaItem: [{idItem:133}, {idItem:255}, {idItem:900}], listaGrupoFiltro: [{idGrupo:2}, {idGrupo:3}]}	{id:200, descripción: 'Cuna BBs Rojo- Violeta'}	Se envía los identificadores de los ítems seleccionados por el cliente y grupos que en este caso es una madre embarazada y primeriza. El método retorna un arreglo de ítems que cumplen las reglas de asociación.
GET Prueba	No presenta parámetros de entrada	{Estado: Verdadero}	

Fuente: Autores, 2017.

**Tabla 3.**  
Conjuntos de datos frecuentes

Conjunto de datos	Soporte
{133,255,900,126}	7
{133,255,900,200}	2

Fuente: Autores, 2017.

El identificador 17 detalla un ejemplo con diferentes parámetros al anterior, en el caso mostrado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se envía como parámetro la lista de

características que se consideran relevantes para la comparación entre ítems, devolviendo un arreglo de ítems que cumplen la frecuencia de nodos a recomendar.

**Tabla 4.**  
Llamada al segundo micro servicio

Método	Parámetro	Respuesta	Explicación
<b>POST Lllamar</b>	- {listaItem: {idItem:133}, {idItem:900}}, listaCaracteristica: {idGrupoItem:2}, {idGrupoItem:4}}	{id:335, descripción: 'Andador de bebe azul Mickey – seguro plástico'}	Se envía los identificadores de los ítems seleccionados por el cliente y las características más relevantes seleccionadas. El método retorna un arreglo de ítems que cumplen con las reglas de frecuencia en el árbol.
<b>GET Prueba</b>	- No presenta parámetros de entrada	{Estado: Verdadero}	

Fuente: Autores, 2017.

Por último, el caso del identificador 18 explicado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se diferencia por el nombre de los atributos, ya que también, requiere una lista de características relevantes con la diferencia de que estos atributos serán mapeados utilizando un esquema equivalente al de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**Tabla 5.**  
Llamada al tercer micro servicio

Método	Parámetro	Respuesta	Explicación
<b>POST Lllamar</b>	- {listaItem:{idItem:255}}, listaCaracteristicaMapa: { idGrupoItemMapa:3 }, {idGrupoItemMapa:4}}	{id:15, descripción: 'Juguete Muñeca Maxi Perla'}	Se envía los identificadores de los ítems seleccionados por el cliente y las características que deben ser mapeadas para encontrar el nivel de similitud. El método retorna un arreglo de ítems que cumplen el porcentaje de similitud configurado.
<b>GET Prueba</b>	- No presenta parámetros de entrada	{Estado: Verdadero}	

Fuente: Autores, 2017.

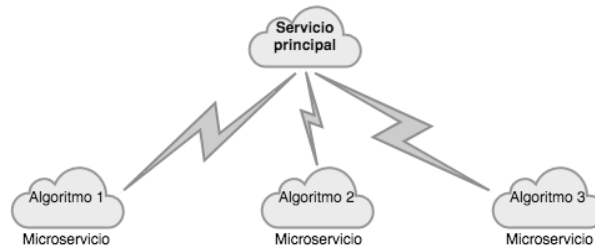
**Tabla 6.**  
Mapa de similitud en atributos

Atributo A	Atributo B	Similitud %
Rosado	Rosa	100
Rojo	Marrón	90
Violeta	Azul	60
Enconchado	Bordado	70

Fuente: Autores, 2017.

### Implementación de servicios web

La herramienta creada, cuenta con un servicio web principal que recibe los artículos seleccionados por el cliente e indicaciones por parte del vendedor que serán útiles según el algoritmo, como el tipo de cliente y su regularidad; estas indicaciones ayudan a tomar una decisión sobre que algoritmo se necesita y que micro servicio utilizar. A continuación, en el Gráfico 2, podemos observar como el servicio de recomendación utiliza micro servicios como bibliotecas para resolver sus requerimientos.

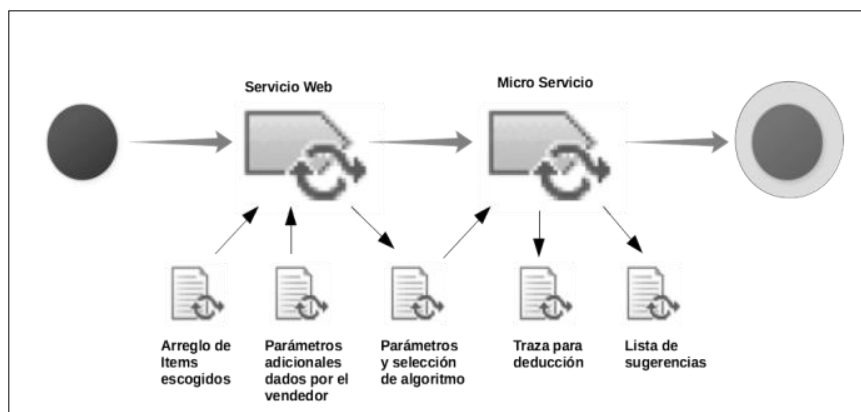


**Gráfico 2.**

Arquitectura de micro servicios

**Fuente:** Autores, 2017.

La arquitectura es altamente escalable y tiene encomendadas 2 tareas principales: Escoger el algoritmo según parámetros y ejecutarlo, teniendo como entradas los ítems escogidos y los parámetros personalizados para la sugerencia. Estos parámetros o indicaciones, son brindados por los vendedores en base a la observación, como en el caso de las características del cliente, o sistematizados como la regularidad y fidelidad de un cliente. Como se puede ver en el Gráfico , otra de las salidas obtenidas es una traza en base al algoritmo ejecutado y el proceso llevado a cabo.



**Gráfico 3.**

Tareas del servicio

**Fuente:** Autores, 2017.

A continuación, se detalla la definición de los microservicios, tanto el principal que funciona como Gateway como el de los algoritmos enmascarados como micro servicios. El servicio REST principal que se muestra en la Tabla tiene 2 métodos: el método recomendar, que redirecciona a los otros servicios según los parámetros suministrados y el método Mostrar Traza, que se encarga de mostrar información técnica de la recomendación previamente realizada.

**Tabla 7.**  
Servicio Principal

Recurso	Métodos	Descripción
Recomendar	POST	Permite obtener la lista de recomendaciones a partir de un arreglo de ítems escogidos previamente por el cliente y una lista de opciones adicionales tomadas del entorno o asignadas por el vendedor listaItem: arreglo de {iditem}, opciones: arreglo de {parámetro} Devuelve un arreglo con las recomendaciones y un identificador de la recomendación Id:entero, [{iditem: entero, descripción: texto}]
MostrarTraza	GET	Obtiene en base a un id de recomendación información técnica del proceso {fecha, horaInicio, horaFin, algoritmoEscogido}

Fuente: Autores, 2017.

El primer algoritmo se encuentra incluido en la llamada al micro servicio descrito en Tabla , para aquello es necesario, que el vendedor incluya como parámetros algunas características como grupos de los clientes. También existe otro método que devuelve el estado del servicio, informando si este se encuentra disponible para su utilización.

**Tabla 8.**  
Servicio para algoritmo 1

Recurso	Métodos	Descripción
Llamar	POST	Llamada de algoritmo Apriori, tiene como parámetros los grupos de personas que el vendedor considera aproximaciones con formato: listaItem: arreglo de {iditem}, listaGrupoFiltro: arreglo de {idGrupo} Devuelve la lista de recomendaciones en formato arreglo: [idItem, descripción]
Prueba	GET	Devuelve Verdadero si el servicio se encuentra disponible y Falso si no lo está.

Fuente: Autores, 2017.

El segundo algoritmo está inmerso en la llamada al servicio descrito en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, presenta un método que devuelve las recomendaciones según los ítems previamente escogidos por el cliente y las características relevantes para la comparación utilizando el algoritmo. Presenta adicionalmente un método de prueba que se encarga de informar si este algoritmo se encuentra funcional.

**Tabla 9.**  
Servicio para algoritmo 2

Recurso	Métodos	Descripción
Llamar	POST	Llamada de algoritmo 2, tiene como parámetros la lista de ítems que el cliente escogió con anterioridad y las características que el vendedor considera relevantes: listaItem: arreglo de {idItem}, listaCaracteristica: arreglo de {idGrupoItem} Devuelve la lista de recomendaciones en formato arreglo de idItem: entero, descripción: texto
Prueba	GET	Devuelve Verdadero si el servicio se encuentra disponible y Falso si no lo esta

Fuente: Autores, 2017.

El servicio para el algoritmo 3, se encuentra descrito en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, con una estructura muy parecida al servicio anterior, ya que la diferencia radica en los pasos realizados por el algoritmo, más que en sus entradas y salidas. También presenta el método que prueba si el algoritmo se encuentra disponible y funcionando correctamente.

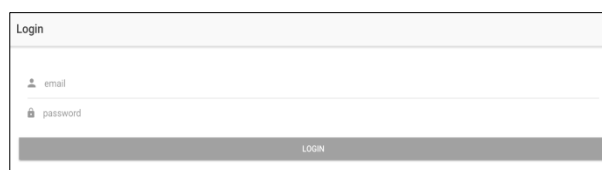
**Tabla 10.**  
Servicio para algoritmo 3

Recurso	Métodos	Descripción
Llamar	POST	Llamada de algoritmo 3, tiene como parámetros la lista de ítems que el cliente escogió con anterioridad y la lista de características ordenadas por nivel de importancia con formato: listaItem: arreglo de {idItem}, listaCaracteristicaMapa: arreglo de {idGrupoItemMapa} Devuelve la lista de recomendaciones en formato arreglo de idItem: entero, descripción: texto
Prueba	GET	Devuelve Verdadero si el servicio se encuentra disponible y Falso si no lo esta

Fuente: Autores, 2017.

### Herramienta de evaluación de recomendaciones

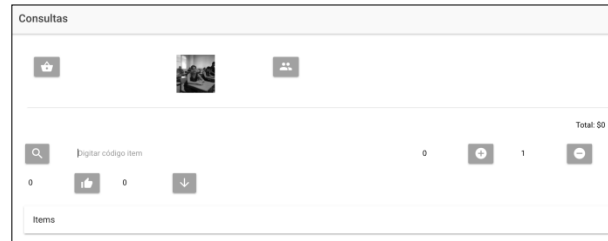
Actualmente, la aplicación que se utiliza para evaluar las recomendaciones se encuentra desarrollada para ser ejecutado en el sistema operativo Android. No obstante, ha sido desarrollada de tal forma que puede ser portada al sistema operativo Apple iOS, así como a cualquier navegador web. Esta desarrollada utilizando Ionic (Dryfty, 2017), que integra algunas tecnologías como Angular, Typescript y las tecnologías por defecto para frontend. Como característica de seguridad utiliza OAuth, implementada como se indica en el Gráfico 4, en una interface de acceso a usuario, podemos notar como se abstrae la complejidad, ingresando únicamente usuario y clave.



**Gráfico 4.**  
Autenticación de usuario

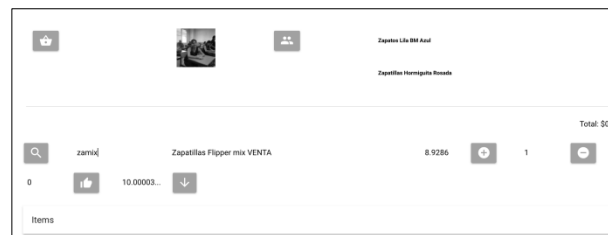
Fuente: Autores, 2017.

La interfaz está diseñada para dispositivos móviles, sobre todo tabletas que serán las herramientas utilizadas por los vendedores. A continuación, en el Gráfico se muestra la interfaz principal de la aplicación, la cual permite escoger el vendedor que va a realizar la venta y la funcionalidad para realizar un pedido de cliente.



**Gráfico 5.**  
Interfaz de pedidos  
**Fuente:** Autores, 2017.

En la interfaz que se muestra en el Gráfico , podemos apreciar como al ingresar el código de un ítem para la venta, se muestran en un proceso asincrónico las recomendaciones según los factores de cada algoritmo o según el tipo de cliente escogido.



**Gráfico 6.**  
Consulta de recomendaciones  
**Fuente:** Autores, 2017.

Para realizar recomendaciones en negocios en los que la mayor cantidad de clientes tienen una frecuencia de ventas muy reducida y otra parte de los clientes nunca antes han realizado un pedido, se categorizan los clientes según características visuales según se muestran en el Gráfico , que pueden ser captadas por los vendedores al momento de empezar la venta.

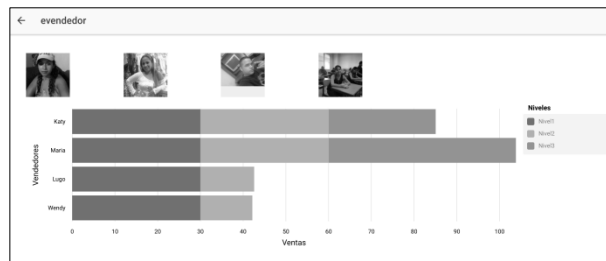


**Gráfico 7.**  
Categorización de clientes  
**Fuente:** Autores, 2017.

Al desear cambiar el vendedor actual se visualiza según Gráfico , una interfaz que muestra las fotos de los vendedores, acompañados de un gráfico estadístico con las comisiones generadas a partir de las



recomendaciones. Esta interfaz fue creada para estimular el uso de las recomendaciones al personal de ventas y la competencia entre ellos.



**Gráfico 8.**  
Escoger Vendedor  
Fuente: Autores, 2017.

## Resultados

Se midió en cuanto a la usabilidad los parámetros: Inteligibilidad, operabilidad y protección a errores de usuario de los servicios web como herramienta de los sistemas de recomendación, utilizando metodologías y estándares definidos. Los valores obtenidos sobre efectividad de los servicios web, están más ligados a la efectividad interna de las microempresas en sus ventas por recomendaciones efectivas, siendo relevante como problemática a resolver en la presente investigación. A continuación, se detallan las metodologías e información resultante.

### Usabilidad

Para medir la usabilidad, se ha tomado como referencia la ISO 25010 (25010, 2017), con su modelo para medir la calidad de un producto de software, tomando como referencia la característica de usabilidad y sus sub-características.

El producto evaluado es el servicio web y la aplicación móvil es el medio. Por aquello que se han considerado las características más orientadas al recurso obtenido, por parte del motor de recomendación y no a las interfaces. Por esto, no son objeto de consideraciones características como: Accesibilidad y Estéticas de la interfaz.

Las características que han sido consideradas para la evaluación son: Inteligibilidad (Tabla 6), Operabilidad (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y Protección frente a errores de usuario (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 6.**  
Inteligibilidad

Característica	Atributo	Significado
Carga de trabajo	Actualización de componentes no provoca caídas en todo el sistema	¿Sus componentes son actualizables a nivel independiente?
	Mantenibilidad de software	¿Su software se mantiene con uso de internet?

Fuente: Autores, 2017.

**Tabla 12.**  
Operabilidad

Característica	Atributo	Significado
Tiempo de respuesta	Tiempo de respuesta al usuario	¿Es el tiempo de respuesta óptimo para satisfacer la necesidad del usuario?
Posibilidades de customización	Nivel de parametrización	¿Nivel de parametrización de opciones?

Fuente: Autores, 2017.

**Tabla 13.**  
Protección a errores de usuario

Característica	Atributo	Significado
Recuperación de errores	Proceso de recuperación a errores y fallas	¿Presenta procesos de recuperación al suceder errores o fallas?
Interfaces de error	Mensajes de error amigables a nivel de aplicación	¿Muestra errores explícitos y amigables en el caso de existir?

Fuente: Autores, 2017.

Las métricas han sido consideradas en base al significado de las características escogidas en el modelo, formando un cuestionario con respuestas cerradas tipo Si o No. A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se detallan las preguntas de la encuesta realizada, en base a las características y sub características definidas según la ISO 25010:

**Tabla 14.**  
Preguntas de la encuesta

Cuerpo de la encuesta	
Pregunta 1	¿Cuándo se realizan cambios en los algoritmos o actualizaciones al sistema se presentan problemas de uso en la aplicación móvil?
Pregunta 2	¿ Las actualizaciones o mejoras requieren intervención humana sobre el dispositivo móvil?
Pregunta 3	¿El tiempo de respuesta en que se presentan las recomendaciones no afecta la atención al cliente ?
Pregunta 4	¿ Es posible enviar parámetros desde la aplicación que ayuden a que se realicen mejores recomendaciones ?
Pregunta 5	¿ Cuando se presentan errores en la aplicación se suspende en tiempos prolongados el uso de la aplicación?
Pregunta 6	¿Los mensajes obtenidos desde la aplicación cuando se desea realizar alguna recomendación es comprensible?

Fuente: Autores, 2017.

La encuesta diseñada, fue realizada a los usuarios mostrados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que muestra el número de usuarios por cargo y la influencia que tiene la aplicación en su trabajo:

**Tabla 15.**  
Usuarios encuestados

Cargo del usuario	Número de usuarios	Influencia
Vendedor	5	Alto
Técnico	1	Bajo
Administrador	2	Alto

Fuente: Autores, 2017.

Los resultados generados para los usuarios son satisfactorios, en especial a los vendedores; a continuación, se detallan los resultados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, con respuestas tabuladas por usuario.

**Tabla 16.**  
Respuestas tabuladas por usuario

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6
Vendedor # 1	No	No	No	Si	No	Si
Vendedor # 2	No	No	No	Si	No	No
Vendedor # 3	No	No	No	No	No	Si
Vendedor # 4	No	No	No	Si	No	Si
Vendedor # 5	No	No	No	Si	No	Si
Técnico # 1	No	No	No	Si	No	Si
Administrador # 1	No	No	No	Si	No	Si
Administrador # 2	No	No	Si	No	No	Si

Fuente: Autores, 2017.

### Efectividad

Para medir la efectividad se agregó una opción en la aplicación móvil, para que sea el vendedor en el momento de obtener las recomendaciones desde el motor, quien seleccione alguna de ellas, si le fue de interés al usuario alguna de las recomendaciones o producto afín, queda a potestad del vendedor con un clic reconocerla como efectiva. Debemos tener en cuenta, que el inventario es muy variable y los productos carecen de un historial extenso, por lo que es más valioso tener en cuenta las características de los ítems recomendados, que los productos en sí. La medición fue realizada por fecha, según el número de clics realizados sobre los ítems recomendados por el servicio en contraste al número de ventas de esa fecha en particular, esto debido a que existen fechas de ventas muy superiores a otras. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que se muestra a continuación, se detallan los resultados de la medición sobre las ventas, en el lapso de un mes. Posteriormente procederemos a evaluar dichos resultados.

**Tabla 17.**  
Resultado de recomendaciones efectivas

Fecha	Número de ventas	Recomendaciones efectivas
01-diciembre- 2017	33	6
02- diciembre- 2017	64	7
03- diciembre- 2017	32	4
04- diciembre- 2017	21	3
05- diciembre- 2017	23	5
06- diciembre- 2017	21	4
07- diciembre- 2017	31	5
08- diciembre- 2017	39	9
09- diciembre- 2017	99	25
10- diciembre- 2017	36	6
11- diciembre- 2017	42	8
12- diciembre- 2017	32	7
13- diciembre- 2017	48	8
14- diciembre- 2017	29	6
15- diciembre- 2017	54	11
16- diciembre- 2017	147	45
17- diciembre- 2017	97	23
18- diciembre- 2017	72	22
19- diciembre- 2017	71	20
20- diciembre- 2017	96	31
21- diciembre- 2017	103	33
22- diciembre- 2017	141	40
23- diciembre- 2017	251	99
24- diciembre- 2017	265	84
25- diciembre- 2017	17	3
26- diciembre- 2017	34	6
27- diciembre- 2017	37	8
28- diciembre- 2017	83	39
29- diciembre- 2017	63	19
30- diciembre- 2017	166	56
31- diciembre- 2017	179	61

Fuente: Autores, 2017.

Los resultados muestran un nivel de correlación positiva como se puede observar en el Gráfico 5 mostrado a continuación, con un porcentaje cercano al 25% en el incremento de la cantidad de ventas por recomendaciones efectivas; también existe una mejora significativa en la atención al cliente, la cual, aunque no es medible de forma absoluta, es importante indicar que el cliente recibe opciones cuya aceptación o rechazo permitirá mejorar los modelos desarrollados y en el camino brindar siempre opciones al cliente.



**Gráfico 5.**

Comparación de Ventas efectivas con ventas generales

**Fuente:** Autores, 2017.

### Conclusión

Para la implementación de los algoritmos que normalmente se incluyen en un sistema de recomendación, es necesario trabajar con diversidad de formatos y atributos. En el caso de las empresas de tipo retail, se elaboró una estructura jerárquica válida para poder manejar líneas de negocios varias sin tener que reestructurar la herramienta.

Los algoritmos publicados como un servicio web, contribuyen a un nicho de mercado estratégicamente no atendido por las empresas desarrolladores de software. En cuanto a soluciones con aprendizaje automático, son un soporte a las decisiones que, con una arquitectura orientada a servicios, pueden accederse desde cualquier dispositivo con acceso a internet y soporte a servicios web y entregar múltiples beneficios al sector comercial e investigativo.

La implementación de los algoritmos utilizando micro servicios, mejora la disponibilidad del servicio como un todo, aislando la funcionabilidad y abriendo las posibilidades a estudios futuros de rendimiento, aplicación y usabilidad de los métodos y algoritmos implementados.

### Referencias

- Apella, Ignacio, O. A. (2008). *Aportes a una nueva visión de la informalidad laboral en la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Banco Mundial; Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social.
- Bao, Jie, Y. Z. (2012). Location-based and Preference-Aware Recommendation Using Sparse Geo-Social Networking Data. *Proceedings of the 20th international conference on advances in geographic information systems* (pp. 199-208). Redondo Beach, CA, USA: ACM.

- Comercio, E. (8 de Junio de 2017). *Nuevo Tarqui, en la ciudad de Manta, cambió el rostro al comercio*. Recuperado de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/tarqui-manta-comercio-terremoto-vendedores.html>
- Cornelis, Chris, J. L. (2007). One-and-only item recommendation with fuzzy logic techniques. *Information Sciences*, 906–4921.
- Chang Tan, Q. L. (2014). Object-Oriented Travel Package Recommendation. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 43.
- Dianshuang Wu, G. Z. (2013). A Fuzzy Tree Similarity Measure and Its Application in Telecom Product Recommendation. *IEEE International Conference*, 3483-3488.
- Djenouri, Youcef, M. C. (2017). SS-FIM: Single Scan for Frequent Itemsets Mining in Transactional Databases. *PAKDD* (pp. 644–654). Jeju, South Korea: Springer International Publishing.
- Dryfty. (01 de 09 de 2017). *Ionic Framework*. (Ionic Enterprise) Obtenido de <https://ionicframework.com/25010>, I. (2017). *ISO25000*. (ISO25000) Recuperado el 01 de 09 de 2017, de <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000/iso-25010>
- Flores Jaén, Mireya, L. R. (2016). Características de las Pymes familiares en la ciudad de Quevedo. Ecuador. 494-508.
- Fournier-Viger, Philippe, J. C.-W. (2016). The SPMF open-source data mining library version 2. *ECML PKDD* (pp. 36-40). Conference Center, Riva del Garda: Springer International Publishing.
- Fournier-Viger, Philippe, A. G.-W. (2014). SPMF: A Java Open-Source Pattern Mining Library . *Journal of Machine Learning Research*, 3569-3573.
- Gálvez Albarracín Edgar Julián, S. C. (2014). Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas. *Estudios Gerenciales*, 355–364.
- Hernández, Benito, S. (2009). Las redes de cooperación de microempresas en España y la utilización de las TIC's. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 59-84.
- López, H. R. (2017). Estudio del Comportamiento en Compras de Clientes de Manabí en una Empresa de Retail un año después del terremoto. *INNOVA Research Journal*, 126-134.
- Navarro, P. (03 de 01 de 2018). *las 10 mejores tablets baratas 2018*. Recuperado de Comprar Una Tablet: <https://comprarunatablet.net/tablets-baratas/>
- Orozco, Mónica, G. Q. (19 de 07 de 2015). El 82% de pymes de Ecuador accede a Internet, pero su uso se limita a enviar correos y tareas administrativas. pág. 23.
- School, X. Y. (2017). An improved Apriori algorithm for mining association rules. *AIP Conference Proceedings*, 080005(1820), 1-6.

Universon, E. (29 de Julio de 2016). *El comercio fue el más afectado tras el sismo de 7,8 en Ecuador*. Recuperado de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/07/29/nota/5714052/comercio-fue-mas-afectado-tras-sismo-78>

# 9

GRC Sensing - Arquitectura Servidora  
para la gestión de soluciones basadas  
en CrowdSensing.

*JElsa Patricia Vera Burgos  
Joffre Edgardo Panchana Flores  
Winther Abel Molina Llor*

## **GRCsensing - Arquitectura Servidora para la gestión de soluciones basadas en CrowdSensing.**

**Vera Burgos Elsa Patricia**

elsa.vera@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Panchana Flores Joffre Edgardo**

edgardo.panchana@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Molina Loor Winther Abel**

winther.molina@live.ulead.edu.ec

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

En este artículo, se presenta un enfoque de monitorización ambiental basada en crowdsensing que permite medir la contaminación acústica; para el efecto se realiza el despliegue de móviles y sus sensores internos, creando una línea base para el desarrollo de nuevas aplicaciones. El sistema, llamado GRCsensing consta de un ciclo de vida de cuatro etapas: (i) creación de tareas, (ii) asignación de tareas, (iii) ejecución de tareas, y (iv) visualización de información de contaminación acústica de un área determinada en tiempo real. El sistema se desarrolla con recursos tales como: un servidor que aloja la plataforma web permitiendo la creación de tareas y visualización de los niveles de contaminación acústica; y dispositivos móviles con SO Android, para la recolección de los datos de ruido ambiental. En resumen, se realiza la transmisión y captura de datos de ruido ambiental. Además, esta investigación aporta con un sistema de información que complementa al estudio de la contaminación acústica y contribuye al mapeo de ruido de una región específica a bajo costo optimizando recursos. Finalmente, la estructura del sistema de monitoreo tiene un amplio alcance geográfico y sus resultados no tienen afectación por la distorsión de factores externos tecnológicos.

**Palabras claves:** Crowdsensing, Monitorización Ambiental, Contaminación Acústica, Android.

### **Abstract**

This article presents an environmental monitoring approach based on crowdsensing that allows measuring acoustic contamination; for this purpose, the deployment of smartphones with internal sensors is necessary, creating a platform for the development of new applications. The system, named GRCsensing has of a life cycle consisting of four stages: (i) creation of tasks, (ii) assignment of tasks, (iii) execution of tasks, and (iv) visualization of acoustic contamination information of a given area in real time. The system is developed with resources such as: a server that hosts the web platform allowing the creation of tasks and visualization of the levels of noise pollution; and, mobile devices with Android OS for the collection of environmental noise data. Thus, the transmission and capture of environmental noise data is carried out. In addition, this research contributes with an information system that complements the study of noise pollution and the mapping of noise in a specific region at a low cost making use of optimal resources. Finally, the monitoring system has a good coverage area, and its results are not affected by distortions caused by external technological factors.

**Key Words:** Crowdsensing, Environmental Monitoring, Acoustic Pollution, Android.



## Introducción

En la actualidad, la degradación del medio ambiente es uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la sociedad. El desarrollo industrial, el aumento de vehículos en circulación, la expansión demográfica y las grandes concentraciones urbanas, han creado toda una serie de condicionantes que afectan, en mayor o menor grado, la calidad del medio ambiente (García, 1988).

Diferentes estudios como (García, 1988) señalan, que el desarrollo incontrolado en las sociedades industrializadas ya han alterado más del 75% de la superficie de la tierra, lo cual ha originado contaminación del aire, del agua, la desaparición de zonas verdes y el incremento incesante del ruido ambiental. En particular, según (Platzer M, Iñiguez C, Cevo E, & Ayala R, 2007), este último elemento se puede convertir en una de las mayores fuentes de malestar y problemas de salud de la vida moderna.

Es por ello, que las investigaciones realizadas en este campo (Pathak, Tripathi, & Mishra, 2008) y (Morrell, Taylor, & Lyle, 1997), consideran al ruido un tipo particular de contaminante ambiental ya que en ciertos niveles, puede afectar la salud de las personas presentando trastornos tales como: pérdida de la capacidad auditiva, trastornos gastrointestinales y alteración de la actividad cerebral, cardíaca y respiratoria. Además, en otros trabajos de (Sanz & Garrido, 2003), los autores afirman que el ruido también produce alteraciones conductuales tales como, perturbación del sueño y del descanso, dificultades para la comunicación, irritabilidad, agresividad, así como problemas para desarrollar la atención y concentración mental.

La preocupación actual por la protección del medio ambiente, se pone de manifiesto en la lucha contra el ruido. De hecho, diferentes estudios (Zannin, Ferreira, & Szeremetta, 2006), han destacado la importancia del control del ruido en zonas con alta densidad de población. Se estima que, en los países de la Unión Europea, cerca de 270 millones de ciudadanos están expuestos a niveles de contaminación acústica por encima del LEQ (nivel de presión acústica equivalente) de 65 decibelios, límite de tolerancia recomendado por la OMS, siendo España el país más ruidoso de Europa, y el segundo de la OCDE después de Japón (Radu, Avram, Aștilean, Parrein, & Yi, 2012). Al mismo tiempo, los gobiernos de los países desarrollados y la Agencia Europea de Medio Ambiente, han promulgado normas que tratan de limitar la contaminación sonora en las ciudades («Directive 2002/44/EC - vibration - Safety and health at work - EU-OSHA», s. f.).

Respecto a lo anterior, hay soluciones tradicionales (Radu et al., 2012), (Santini, Ostermaier, & Vitaletti, 2008), que miden la contaminación acústica mediante el uso de sonómetros profesionales que, aunque son de considerable coste y tamaño, ofrecen alta precisión y sensibilidad. Normalmente, estas sesiones de medición tienen lugar en tan solo unos pocos puntos accesibles, y durante intervalos de tiempo cortos (por ejemplo, treinta minutos). Por eso, las soluciones actuales para medir la contaminación acústica han surgido de la aplicación de paradigmas actuales tales como crowdsensing (Lane et al., 2010), (Zamora, Calafate, Cano, & Manzoni, 2016). Esta solución aprovecha los recursos y sensores integrados en teléfonos inteligentes y promueve la monitorización colaborativa en áreas pobladas. En ambas soluciones, los datos recopilados se almacenan en servidores para su análisis posterior.

En este trabajo, se propone el desarrollo de un sistema de monitorización ambiental basado en el paradigma de crowdsensing. Para ello, se integra una arquitectura de servicios cliente-servidor a través de dispositivos móviles con el sistema operativo Android, de tal forma que se pueda obtener información de contaminación acústica en tiempo real de un área determinada, para ser almacenada posteriormente en una base de datos y poder generar mapas de niveles contaminación, los cuales se pueden consultar a través de un portal web. La delimitación de este estudio está centrada en la parte del

servidor y en la integración con el cliente. El alcance del estudio es desarrollar un sistema que permita la creación de tareas, además de la visualización de los niveles de contaminación acústica correspondientes a un área específica.

### Importancia del problema

La monitorización de la contaminación acústica es cada vez más importante, especialmente en los países industrializados y desarrollados. El ruido es un serio problema medioambiental, que causa molestias e interrupciones en las actividades diarias. Debido a que no se puede detener la actividad diaria de nuestras ciudades (García et al., 2012), es importante determinar el ruido ambiental existente. Con la tecnología y herramientas adecuadas es posible monitorizar el nivel de ruido en ciudades.

Como consecuencia, se puede encontrar muchas investigaciones que estudian los efectos de la contaminación acústica sobre la salud. Entre ellos podemos encontrar las contribuciones de J. Granada Cantuña et al. (Cantuña, Solórzano, & Clairand, 2017) y M. Marinov et al. (Marinov, Nikolov, Ganev, & Nikolov, 2017), quienes han realizado un estudio que mide los niveles de contaminación acústica en entornos con elevados niveles de tráfico. Las mediciones de la contaminación acústica fueron obtenidas por nodos sensores en una red de sensores inalámbrica (WSN), pero es un fenómeno que ocurre en las diferentes áreas geográficas de una ciudad con diferente intensidad espaciotemporal. Por tanto, los datos adquiridos podrían no ser suficientes para representar la situación de una ciudad. En este contexto es importante considerar una forma diferente de recolectar esta información. Por ejemplo, podemos encontrar varias soluciones donde los teléfonos inteligentes se utilizan como dispositivos móviles de detección, como: Ubisound (Soleimani, Keshtehgar, & Malek, 2014), 2cloud (Leao, Ong, & Krezel, 2014) y OnoM@p (Zůvala, Fišerová, & Marek, 2016), son aplicaciones que han sido diseñadas para recopilar, almacenar y visualizar este tipo de información, elaborando mapas de ruido que representen con precisión las fuentes de ruido urbano.

No sólo existen soluciones que estudian el nivel del ruido para plasmarlos en un mapa de contaminación urbano, sino que también existen propuestas como la de Pryss et al. (Pryss, Reichert, Langguth, & Schlee, 2015), la cual propone una plataforma donde los micrófonos de los dispositivos móviles se utilizan como una ayuda para los aspectos médicos del tratamiento del tinnitus. De manera similar, Ren et al. (Ren, Wang, Yang, & Chen, 2015) han capturado el comportamiento de la respiración durante el sueño utilizando teléfonos inteligentes.

### Metodología

En este trabajo se propone un sistema de monitorización de ruido ambiental, denominado GRC-Sensing, que permite a los usuarios explorar un área de la ciudad, mientras que colectivamente recopila los niveles de ruido urbano **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** ).

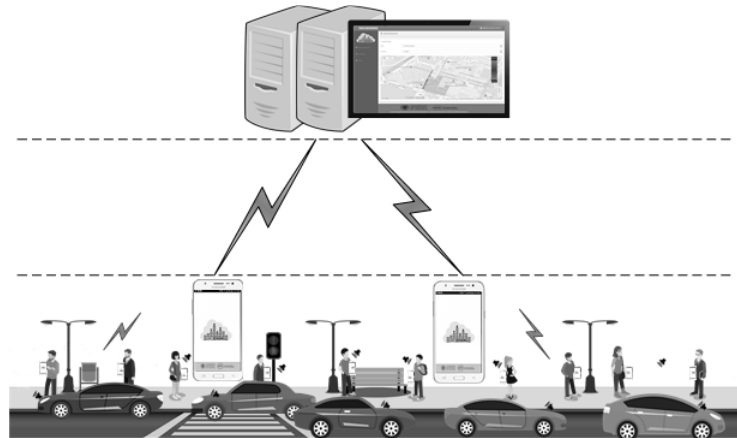


**Figura 1.**

Esquema general de tecnologías utilizadas para la elaboración del sistema de monitorización.

**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

Nuestro sistema de monitorización se basa en la filosofía crowdsensing, donde los distintos usuarios participan en el sistema de manera desinteresada, por lo cual es necesario contemplar el escenario donde se llevarán a cabo las comunicaciones entre dichos usuarios y el servidor central. Como se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el servidor web es el responsable del envío de la información de determinada tarea definida por el administrador hacia los usuarios y de recibir de éstos, los datos de contaminación acústica; dichos usuarios estarán ejecutando una aplicación que espera recibir nuevas tareas, y posteriormente enviar al servidor central los datos del ruido ambiental recolectados.



**Figura 2.**

Escenario General de GRC-Sensing.

**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

En resumen, la arquitectura propuesta está compuesta por tres componentes principales: (i) el cliente o dispositivo móvil, (ii) el servidor web, y (iii) el intermediario. Para poder realizar la comunicación entre el servidor web y el dispositivo móvil se ha utilizado la base de datos en tiempo real de Firebase («Firebase», s. f.). A continuación, se describe con más detalle cada uno de estos componentes.

### **Cliente Móvil**

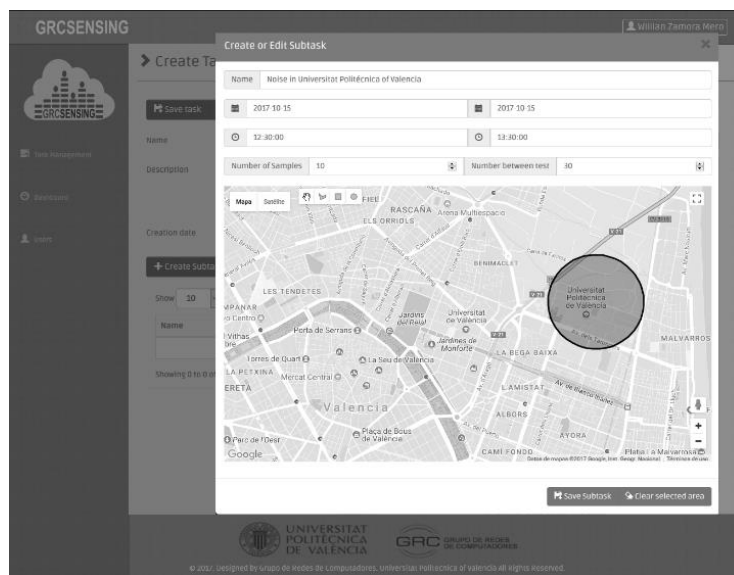
El objetivo del cliente móvil es recolectar los niveles de ruido ambiental a través de una aplicación desarrollada en Android Studio. La aplicación primero realizará una petición a Firebase para recibir el fichero JSON con la información de la tarea. A continuación, la aplicación procede a interpretar el fichero JSON, y almacenar la información en su base de datos local SQLite. Llegados a este punto, la aplicación procede a realizar las recolecciones del nivel de ruido ambiental, enviando a Firebase los datos obtenidos para que éste, a su vez, los reenvíe al servidor web.

### **Servidor Web**

La arquitectura del sistema propuesto integra varios componentes software como Django, JavaScript, CSS, Bootstrap y MySQL, entre otras, con las cuales es posible elaborar y enriquecer el contenido de nuestro sistema de monitorización. En el esquema cliente-servidor de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el servidor web se encarga de la definición o creación de tareas con diferentes requisitos:

- **Nombre de Tarea:** nombre asignado para cada tarea.
- **Fechas de Inicio/Fin:** día en que se desea que empiece y finalice la toma de muestras. Por ejemplo, se requiere que las muestras se tomen del 01/04/2018 al 02/04/2018.
- **Horas de Inicio/Fin:** hora en la que se desea que empiece y finalice la toma de muestras. Por ejemplo, se requiere que las muestras se tomen desde las 18:00 hasta las 20:00.
- **Tiempo mínimo entre muestras:** tiempo que deberá esperar el dispositivo móvil entre muestras consecutivas.
- **Tiempo mínimo entre intentos:** tiempo que necesita el dispositivo móvil para volver a realizar el intento de tomar una muestra después de un intento fallido. Por ejemplo, cuando el dispositivo móvil no logró establecer todos los parámetros de validación para tomar la muestra, el proceso se detiene, y se espera 30s para iniciar de nuevo el proceso.
- **Área Geográfica:** área en el que se va a recoger los datos de crowdsensing. El sistema permite seleccionar tres tipos de área diferentes: circunferencia, cuadrado y polígono.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la interfaz del sitio web del sistema de monitorización GRCsensing, en el que es posible contemplar los diferentes requisitos para la definición o creación de una tarea.



**Figura 3.**  
GRCsensing: sitio web.  
**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

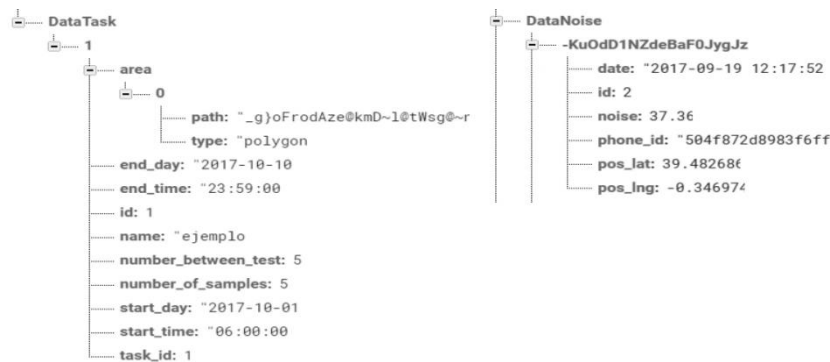
Una vez que las tareas han sido definidas, éstas se almacenan en la base de datos local y son serializadas en formato JSON. Para la comunicación entre el servidor web y el intermediario Firebase se utiliza el API Pyrebase. Esta API abre un canal de comunicaciones para la publicación o envío de las tareas a la base de datos en tiempo real de Firebase, además de mantener una escucha activa para recibir los datos de ruido ambiental obtenidos por el dispositivo móvil. Esta información se almacena en la base de datos local MySQL.

Además, el servidor también es el encargado de la visualización de los datos en forma de mapas de calor y para ello se utiliza el API de Google Maps, que permite interpretar los datos de contaminación

acústica obtenidos por el dispositivo móvil, dando a conocer de forma gráfica los niveles de ruido ambiental.

### Intermediario

El objetivo que cumple el intermediario, que en este caso es la base de datos en tiempo real de Firebase, es llevar a cabo las comunicaciones para el envío/recepción de datos provenientes de los dispositivos móviles y del servidor web. Además, almacena temporalmente la información hasta que se asigne a los clientes móviles. Los tamaños del mensaje, en función de los diferentes tipos de áreas, se muestran en la Tabla 1. Al ser una base de datos NoSQL alojada en la nube, los datos se almacenan en formato JSON, como se muestra en la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**



**Figura 4.**

Almacenamiento de Tareas en Firebase en formato JSON.

**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

El esquema de enrutamiento de Firebase, permite crear un sistema de crowdsensing en tiempo real altamente escalable y eficiente. Esto quiere decir que Firebase Realtime Database permite la sincronización de los datos con todos los clientes en tiempo real, incluso cuando no hay conexión. Es decir, Firebase gestiona las desconexiones de las comunicaciones móviles (por ejemplo, cambio en las redes tanto WiFi como 3G / 4G), manteniendo los eventos en tiempo real activos. Cuando el dispositivo vuelve a conectarse, se sincronizan los cambios de los datos locales con las actualizaciones remotas que ocurrieron mientras el dispositivo estuvo sin conexión.

**Tabla 1.**  
**Tamaño del mensaje en bytes.**

Información	Tamaño (bytes)
Datos de nivel de ruido	236
Tarea con tipo de área: polígono de 5 puntos	363
Tarea con tipo de área: polígono de 10 puntos	404
Tarea con tipo de área: polígono de 20 puntos	411
Tarea con tipo de área: círculo	461
Tarea con tipo de área: rectángulo	509

**Fuente:** Autores, 20 Julio de 2018

### Resultados

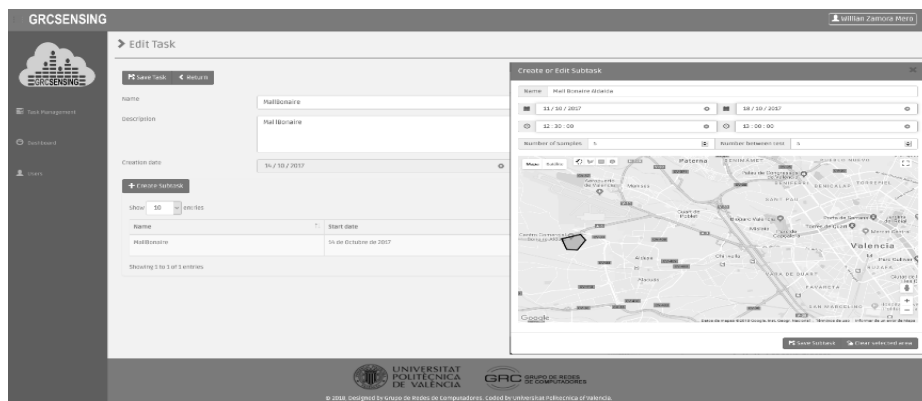
Una vez que la arquitectura propuesta ha sido totalmente desarrollada, se procede a realizar la validación de la misma. Para ello se eligieron 2 escenarios en diferentes áreas de la provincia de Valencia, que corresponden a: (i) el centro comercial "Bonaire", y (ii) el campus de la Universidad

Politécnica de Valencia (UPV). Además, se realizó una comparación de los datos de ruido ambiental obtenidos con nuestra solución con respecto a los datos de ruido ambiental que son entregados por el sitio web del Ayuntamiento de la ciudad de Valencia.

El propósito de estas pruebas ha sido demostrar que, en primer lugar, nuestra solución se puede utilizar en entornos que están alejados de una gran ciudad y para los cuales, en general, no existen registros de datos de nivel de ruido ambiental. En segundo lugar, demostrar que, con nuestra solución, se pueden obtener datos del nivel de ruido ambiental que pueden variar en relación con los datos de ruido ambiental registrados por el sitio web del Ayuntamiento de Valencia.

### Escenario 1: Centro Comercial “Bonaire”

El primer experimento evalúa nuestra propuesta en el centro comercial Bonaire, el cual se caracteriza por libre circulación peatonal y pasillos descubiertos. Para realizar este experimento, se definió una tarea en el sistema web. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la configuración de la tarea, así como el área de cobertura, con las siguientes configuraciones:



**Figura 5.**

Definición de área para el escenario 1 usando un polígono.

**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

- **Día de Inicio.** - sábado, 14 de octubre de 2017
- **Día de Fin.** - sábado, 14 de octubre de 2017
- **Hora Inicio.** - 12:30
- **Hora Fin.** - 13:00
- **Tipo de área.** - polígono

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Muestra los resultados obtenidos a través de los recorridos aleatorios pero simultáneos realizados por los dispositivos móviles, por las diferentes instalaciones interiores (pasillos) y exteriores del centro comercial. El mapa de calor que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, permite observar que los lugares donde existe un nivel alto de ruido ambiental se encuentran en zonas de aparcamiento de vehículos. Por el contrario, se observa que en el interior del centro comercial los niveles de ruido ambiental son generalmente bajos.

En este escenario no se pueden contrastar los resultados obtenidos con los ofrecidos públicamente, ya que estos se limitan a la propia ciudad de Valencia.



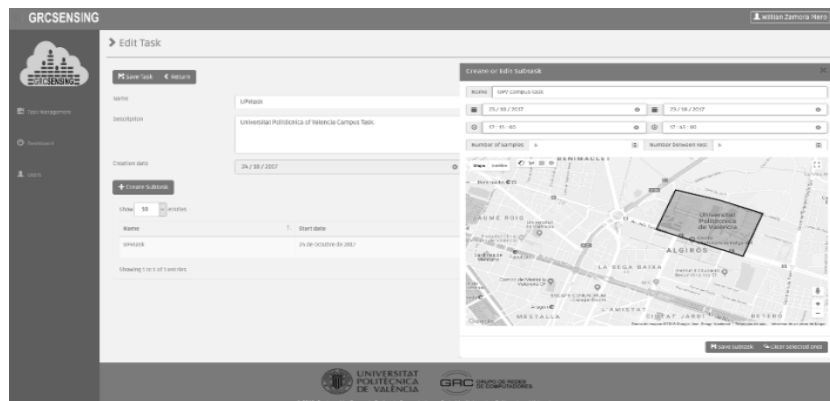
**Figura 6.**  
Mapa de calor del Centro Comercial Bonaire.  
**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

### Escenario 2: Campus de la UPV

El segundo experimento, evalúa nuestra propuesta en el campus de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Como se ha mencionado, el objetivo de esta prueba es comparar los valores de ruido ambiental de nuestra propuesta con el diagnóstico del ruido ambiental que muestra el sitio web del Ayuntamiento de Valencia.

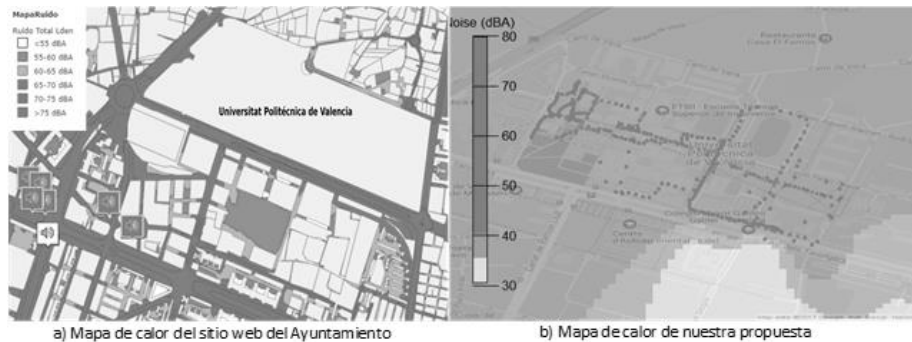
Así, para la realización de este segundo experimento, se han considerado las horas en la cuales se movilizan muchos estudiantes por el campus de la UPV. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Muestra la configuración de la tarea, así como el área de cobertura. La tarea se definió con las siguientes configuraciones:

- **Día de Inicio.** - lunes 23 de octubre de 2017
- **Día de Fin.** - lunes 23 de octubre de 2017
- **Hora Inicio.** - 17:15
- **Hora Fin.** - 17:45
- **Tipo de área.** – polígono



**Figura 7.**  
Definición del área para el escenario 2 usando un polígono.  
**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

La Figura 8, permite comparar los resultados desde las diferentes fuentes. La Figura 8(b) muestra los resultados de nuestra propuesta, permitiendo observar que los lugares donde existe un nivel alto de ruido ambiental se encuentran en zonas cercanas a las cafeterías y restaurantes. La Figura 8(a) muestra el mapa de ruido ambiental cercano a la UPV y ha sido obtenido del sitio web del Ayuntamiento de Valencia; en él se puede observar que se colorea en gris el campus de la UPV, indicando que no existen valores registrados para esa zona. En este escenario, se percibe una diferencia significativa del mapa de calor del sitio web del Ayuntamiento con respecto a los valores obtenidos por nuestra propuesta, que sí es capaz de realizar mediciones precisas en cualquier lugar donde haya usuarios.



**Figura 8.**

Comparación de ruido ambiental usando diferentes fuentes.

**Elaborado:** Autores, 20 Julio de 2018

### Conclusión

Las soluciones de crowdsensing que se benefician de los teléfonos inteligentes, se están incrementando debido a las múltiples ventajas que ofrecen y se espera que permitan promover aún más el estudio del comportamiento ambiental, en base a los datos de un área geográfica determinada.

En este trabajo se propone un sistema que permite la monitorización del ruido ambiental, basada en crowdsensing. En específico, está centrado en la parte del servidor y la integración con el cliente. Para ello, se han unificado diferentes tecnologías con el fin de desarrollar un sistema que permita la creación de tareas, además de la visualización de los niveles de contaminación acústica correspondientes a un área específica. Por otro lado, con el uso de la Firebase Realtime Database, se ha conseguido una estructura de comunicación y almacenamiento eficiente y escalable, permitiendo la sincronización de los datos con todos los clientes en tiempo real.

Globalmente, se considera que se ha conseguido cumplir con los objetivos definidos, ya que se ha desarrollado completamente el sistema monitorización de la contaminación acústica. Además, se verificó su correcto funcionamiento a través de la realización de diferentes pruebas, capturando datos desde diferentes puntos de la Ciudad de Valencia.

### Referencias

Cantuña, J. G., Solórzano, S., & Clairand, J. (2017). Noise Pollution Measurement System using Wireless Sensor Network and BAN sensors. En *2017 Fourth International Conference on eDemocracy eGovernment (ICEDEG)* (pp. 125-131). <https://doi.org/10.1109/ICEDEG.2017.7962522>

Directive 2002/44/EC - vibration - Safety and health at work - EU-OSHA. (s. f.). Recuperado 4 de septiembre de 2018, de <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/19>

Firebase. (s. f.). Recuperado 4 de septiembre de 2018, de <https://firebase.google.com/?hl=es-419>



- García, A. (1988). *La contaminación acústica*. Universidad de Valencia.
- García, I., E. Rodríguez, L., Benedito, M., Trilles Oliver, S., Beltran, A., Díaz, L., & Huerta, J. (2012). Aplicación móvil para la monitorización de la contaminación acústica en entornos urbanos a través de técnicas de Gamification.
- Lane, N. D., Miluzzo, E., Lu, H., Peebles, D., Choudhury, T., & Campbell, A. T. (2010). A survey of mobile phone sensing. *IEEE Communications Magazine*, 48(9), 140-150. <https://doi.org/10.1109/MCOM.2010.5560598>
- Leao, S., Ong, K.-L., & Krezel, A. (2014). 2Loud?: Community mapping of exposure to traffic noise with mobile phones. *Environmental Monitoring and Assessment*, 186(10), 6193-6206. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3848-9>
- Marinov, M., Nikolov, D., Ganev, B., & Nikolov, G. (2017). Environmental noise monitoring and mapping. En *2017 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE)* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1109/ISSE.2017.8000992>
- Morrell, S., Taylor, R., & Lyle, D. (1997). A review of health effects of aircraft noise\*. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21(2), 221-236. <https://doi.org/10.1111/j.1467-842X.1997.tb01690.x>
- Pathak, V., Tripathi, B. D., & Mishra, V. kumar. (2008). Evaluation of traffic noise pollution and attitudes of exposed individuals in working place. *Atmospheric Environment*, 42(16), 3892-3898. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.12.070>
- Platzer M, U., Iñiguez C, R., Cevo E, J., & Ayala R, F. (2007). Medición de los niveles de ruido ambiental en la ciudad de Santiago de Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 67(2), 122-128. <https://doi.org/10.4067/S0718-48162007000200005>
- Pruss, R., Reichert, M., Langguth, B., & Schlee, W. (2015). Mobile Crowd Sensing Services for Tinnitus Assessment, Therapy, and Research. En *2015 IEEE International Conference on Mobile Services* (pp. 352-359). <https://doi.org/10.1109/MobServ.2015.55>
- Radu, D., Avram, C., Aştorean, A., Parrein, B., & Yi, J. (2012). Acoustic noise pollution monitoring in an urban environment using a VANET network. En *Proceedings of 2012 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics* (pp. 244-248). <https://doi.org/10.1109/AQTR.2012.6237711>
- Ren, Y., Wang, C., Yang, J., & Chen, Y. (2015). Fine-grained sleep monitoring: Hearing your breathing with smartphones. En *2015 IEEE Conference on Computer Communications (INFOCOM)* (pp. 1194-1202). <https://doi.org/10.1109/INFOCOM.2015.7218494>
- Santini, S., Ostermaier, B., & Vitaletti, A. (2008). First Experiences Using Wireless Sensor Networks for Noise Pollution Monitoring. En *Proceedings of the Workshop on Real-world Wireless Sensor Networks* (pp. 61–65). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1435473.1435490>
- Sanz, B. G., & Garrido, F. J. (2003). *La contaminación acústica en nuestras ciudades*, 12, 254.

- Soleimani, S., Keshtehgar, E., & Malek, M. R. (2014). Ubisound: design a user generated model in ubiquitous geospatial information environment for sound mapping. En *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* (Vol. XL-2-W3, pp. 243-247). Copernicus GmbH. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-2-W3-243-2014>
- Zamora, W., Calafate, C. T., Cano, J.-C., & Manzoni, P. (2016). A Survey on Smartphone-Based Crowdsensing Solutions. <https://doi.org/10.1155/2016/9681842>
- Zannin, P. H. T., Ferreira, A. M. C., & Szeremetta, B. (2006). Evaluation of Noise Pollution in Urban Parks. *Environmental Monitoring and Assessment*, 118(1), 423-433. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-1506-6>
- Zůvala, R., Fišerová, E., & Marek, L. (2016). Mathematical aspects of the kriging applied on landslide in Halenkovice (Czech Republic). <Http://Dx.Doı.Org/10.1515/Geo-2016-0023>. Recuperado de <https://ir.canterbury.ac.nz/handle/10092/13237>

# 10

Asociación de trabajos de titulación en las carreras de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, a través de los Métodos de Agrupamiento (Clustering).

*Joselin Sebastiana Loor Vaca  
Cinthya Pamela Álvarez Moreira  
Ronaldo Raynier Ayala Zambrano  
Gustavo Gabriel Molina Garzón*

## **Asociación de trabajos de titulación en las carreras de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, a través de los Métodos de Agrupamiento (Clustering).**

**Joselin Sebastiana Loor Vaca**

joselin\_196@live.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

**Cinthy Pamela Álvarez Moreira**

cinthyaalvarez97@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

**Ronaldo Raynier Ayala Zambrano**

ronaldo\_az\_1996@hotmail.com

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

**Gustavo Gabriel Molina Garzón**

ggmolinag@yahoo.es

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

### **Resumen**

Los trabajos de titulación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), deben estar asociados a las líneas de investigación de la carrera a la que este pertenezca, sin embargo, en ciertos casos el contenido de estos está más orientado a otra área de estudio. El objetivo de la presente investigación es determinar si los trabajos de titulación realizados por las diferentes carreras de la ESPAM MFL están asociados a las líneas de investigación adecuadas, o si están relacionados entre ellos. Para este fin, se utilizó la metodología tradicional del proceso de reconocimiento de patrones, mediante sus cuatro fases: recolección y pre procesamiento de datos, selección de métrica de distancia, algoritmo de agrupamiento y selección de métricas para la evaluación de la calidad del agrupamiento. Se utilizó el análisis de Clustering determinando similitudes a partir del texto disponible en la sección de planteamiento y formulación del problema de dichos trabajos, esto se lo efectuó únicamente a los trabajos que fueron realizados en el año 2016 debido a que a partir del siguiente año hasta la fecha actual el formato de estos cambió. Este análisis permitió que se identificaran diez grupos (conformados por ciento treinta y cinco trabajos de titulación), por lo que se pudo concluir que los trabajos de titulación poseen características muy similares entre ellos independientemente de la carrera a la que estos pertenecen.

**Palabras claves:** Carreras, Agrupación, Líneas de investigación, Similitudes.

### **Abstract**

The theme of the degree works is generally based on the line of research proposed for the career to which it belongs, however in certain cases the content of these is more oriented to another area of study. In order to determine if the degree work carried out by the different careers of the ESPAM MFL are related or not, the clustering analysis was used, determining similarities from the text available in the section on the formulation and formulation of the problem of these works, this is I do it only for the work that was done in 2016 because the format changed from the following year to the current date. This analysis allowed for the identification of ten groups (comprised of one hundred and thirty-

five degree studies), so that it could be concluded that the degree works have very similar characteristics among them regardless of the degree to which they belong.

**Key words:** Careers, Clustering, Research lines, Similarities.

### Introducción

Las universidades son instituciones dedicadas a la enseñanza y a la investigación, estas se encargan de la formación de profesionales en varios campos de aprendizaje, en el Ecuador estas son consideradas como una área estratégica, cuyos fines se orientan a la búsqueda de la verdad, la afirmación de la identidad, el desarrollo cultural y el dominio del conocimiento científico y tecnológico, egresados a través de la docencia, la investigación y la vinculación con la colectividad, que constituye, prioridades para el desarrollo económico, social y cultural del país (Conea, 2003). Entre las universidades del Ecuador resalta la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la cual se encuentra en la provincia de Manabí, misma que oferta a la comunidad estudiantil ocho carreras enfocadas en distintos campos de estudio. La cual al igual que todas las demás universidades, está posibilitada a entregar grados académicos y títulos profesionales, los cuales se obtienen mediante la elaboración de un trabajo de titulación. Este, consiste en la realización una investigación inédita, que engloba uno o más problemas en un área definida, explicando lo que se debe hacer previamente, lo que se haría para resolverlo, qué significan los resultados y dónde o cómo se pueden proponer progresos más allá del campo delimitado por el estudio (Mandujano; Grajeda, 2013).

Sin embargo, en muchos casos se encuentra similitud en la temática de los trabajos de titulación que comprenden diferentes carreras, lo que es posible determinar mediante el reconocimiento de patrones, el cual tiene como propósito extraer información que permita establecer propiedades entre conjuntos de objetos; información que luego puede ser empleada en el análisis de Clustering; que se lo puede realizar en datos cualitativos y cuantitativos (Vicedo *et al.*, 2007). En caso de emplearlo para datos cualitativos o de textos, permite distribuir un conjunto de textos en varios grupos atendiendo a las similitudes y diferencias entre ellos (Morales *et al.*, 2014), siendo aplicado exitosamente en varios casos como la clasificación de las opiniones en Twitter (Valverde; Cruz, 2015), la caracterización de niveles de informalidad en textos de la web (Mosquera; Moreda, 2011), la detección de textos duplicados (Marqués, 2013), la recomendación de contenidos asociados (Walid, 2017), entre otros. Por tal razón, se pretende con la presente investigación, determinar grupos mediante el análisis de Clustering para comprobar si se presentan similitudes y/o diferencias en las temáticas de los trabajos de titulación realizados en las ocho carreras de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López en el año 2016.

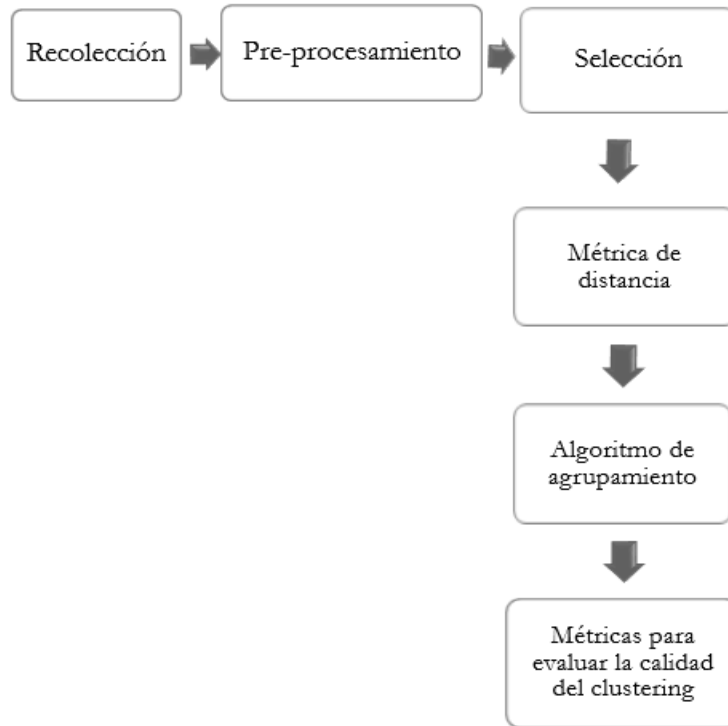
### Importancia del problema

Las Instituciones de Educación Superior (IES) en el Ecuador, tienen una labor formadora e investigadora orientada a cumplir las necesidades y requerimientos de un mundo cambiante, es así que los proyectos investigativos y trabajos de titulación que produce una universidad son el reflejo de la realidad actual de cada una de ellas, estos proyectos se realizan según las líneas de investigación institucional establecidas en cada universidad. Existen ocasiones donde la mayoría de los trabajos de titulación realizados en las IES, tienden a seguir la misma línea de investigación, por lo tanto, la importancia de la presente investigación radica en poder determinar si los trabajos de titulación realizados en las ocho carreras de las Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López presentan o no relación entre ellos.

### Metodología

Con el objetivo de determinar si existe similitud entre los trabajos de titulación se llevó a cabo la presente investigación, donde fue utilizada la metodología que se muestra en la Gráfico 1, misma que consta de 3 fases: la recolección de los datos, el pre-procesamiento de los mismos y la selección de la

métrica de distancia, el algoritmo de Clustering y las métricas para evaluar la calidad del Clustering, las cuales son de gran relevancia para la elaboración de la investigación.



**Gráfico 1.**

Proceso para la elaboración del análisis de clustering

Fuente: Autores, 2018

### Recolección

En esta fase se realizó la recolección de los datos, los cuales fueron obtenidos de los trabajos de titulación de las ocho carreras de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, específicamente las que fueron realizadas en el año 2016. De estos documentos, se sustrajo el planteamiento y formulación del problema, los cuales se utilizaron como objeto para el análisis, resultando un total de 135 trabajos de titulación, obtenidos del repositorio digital de la Universidad (<http://repositorio.espam.edu.ec/>).

### Pre-procesamiento

Una vez obtenidos los trabajos de titulación, se procedió a realizar la base de datos, la cual se formó a partir del planteamiento y formulación del problema de cada uno de estos. Como herramienta de software se utilizó RStudio, en la cual se generó y mostró las frecuencias de las palabras almacenadas en la base de datos realizada anteriormente, mediante un diagrama de frecuencias. Para la elaboración de esto, fue necesario pre procesar los datos, donde se eliminaron signos de puntuación, números, espacios en blanco, palabras que resultaban pertinentes eliminar, para así poder obtener un análisis más eficiente. Además, de los diagramas de frecuencia, se realizó el agrupamiento de los planteamientos y formulación del problema de los 135 trabajos de titulación, considerando las palabras que estos tienen en común.

## Selección

En esta fase se seleccionó la métrica de distancia, el algoritmo de agrupamiento y las métricas para la evaluación del Clustering, que son esenciales para poder llevar a cabo la investigación. La métrica de distancia se la estableció con el fin de medir la similitud entre los objetos basándose en las características de los mismos. Existen muchas métricas de distancia entre ellas, la similitud de coseno la cual mide la similitud existente entre dos vectores en un espacio que posee un producto interior con el que se evalúa el valor del coseno del ángulo comprendido entre ellos. Esta métrica resulta adecuada en la realización de este trabajo, ya que es muy eficiente al identificar que objetos son los más parecidos o menos parecidos (Pérez *et al.*, 2016). Se ha aplicado en varios casos, tales como la detección de la similitud semántica en textos cortos (Álvarez, 2014), el análisis de la dinámica del contenido semántico de textos (Altszyler; Brusco, 2015), el análisis del uso de métodos de similitud léxica con conocimiento semántico superficial para mapear la información de enfermería en español (Cruanes *et al.*, 2012), entre otros.

**Ecuación 1.** Fórmula de la similitud de coseno (Pérez *et al.*, 2016).

$$\text{soft cosine}(a, b) = \frac{\sum_{i,j}^N s_{ij} a_i b_i}{\sqrt{\sum_{i,j}^N s_{ij} a_i a_j} \sqrt{\sum_{i,j}^N s_{ij} b_i b_j}}$$

El algoritmo de agrupamiento, realiza la formación de grupos basándose en el criterio de similitud entre los objetos, al igual que métricas de distancia, también existen varios algoritmos de agrupamientos de los cuales se seleccionó el algoritmo de Clustering PAM (Partitioning Around Medoids), el cual está destinado a encontrar una secuencia de objetos llamados medoides ubicados centralmente en clusters; este algoritmo fue seleccionado ya que este toma un tiempo significativamente reducido en el cálculo con un rendimiento comparable frente a la partición alrededor de los medoides (Park; Jun, 2009).

Las métricas para la validación del Clustering, son de gran importancia ya que indican si los grupos resultantes presentan un agrupamiento aceptable o no. Existen varias técnicas e índices para la validación de un agrupamiento entre los cuales, se seleccionaron para la elaboración de esta investigación el coeficiente de Silhouette, el cual indica que los elementos con el valor más alto pueden ser considerados como bien agrupados, este evalúa el agrupamiento siguiendo la fórmula que se muestra en la Ecuación 2. El índice Dunn, el cual indica que los elementos con el valor más alto del índice son los mejores agrupados, se evalúa siguiendo la fórmula que se muestra en la Ecuación 3. Y el índice Davies-Bouldin, el cual indica que el valor menor entre todos los elementos es el que se puede considerar como mejor agrupamiento, se evalúa siguiendo la fórmula que se muestra en la Ecuación 4 (León, 2016).

**Ecuación 2.** Fórmula del coeficiente de Silhouette (León, 2016).

$$\bar{d}(i, C) = \frac{1}{|C|} \sum_{j \in C} d(i, j)$$

**Ecuación 3.** Fórmula del índice Dun (León, 2016).

$$D = \frac{\min_{1 \leq i \leq j \leq n} d(i, j)}{\max_{1 \leq k \leq n} d'(k)}$$

**Ecuación 4.** Fórmula del índice Davies-Bouldin (León, 2016).

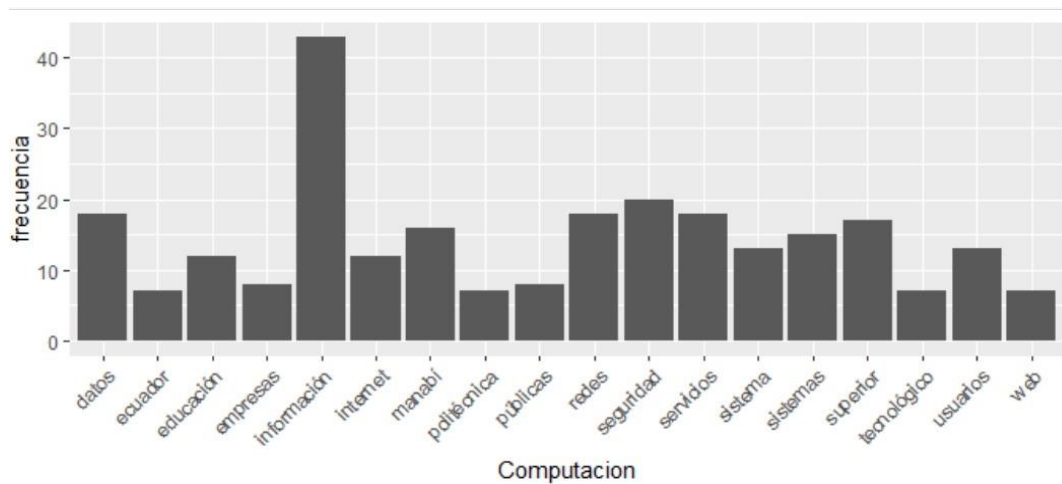
$$DB = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max_{j \neq i}$$

## Resultados

### Pre-procesamiento

Una de las etapas más decisivas al realizar el análisis de Clustering, es determinar un conjunto de datos que cumpla con ciertas características, una de ellas es que sean datos significativos, es decir, que al obtener los resultados de esos datos, estos representen información que pueda ser usada para tomar decisiones; en esta fase (al tratarse de texto plano) se realizó el pre procesamiento de los datos, el cual es absolutamente necesario, ya que en éste se realiza la limpieza de los textos, eliminación de palabras redundantes e innecesarias que no aportan significado alguno al proceso de agrupamiento, ya que pueden dificultar el correcto análisis.

Al realizar el pre procesamiento en la herramienta de software RStudio, se hizo uso de la base de datos, la cual está compuesta de 135 planteamientos y formulación del problema, de los cuales fueron eliminadas 28 palabras, además de signos de puntuación, números, espacios en blanco, etc. Obteniendo como resultado, los diagramas de frecuencias para las ocho carreras; en la Gráfica 2, se muestra el diagrama de frecuencias obtenidos en una de las carreras (Computación). Resulta útil señalar, que al analizar la frecuencia de repetición de cada palabra, se pudo hacer un filtro que sirvió posteriormente para un análisis general más profundo.



**Gráfico 2.**

Diagrama de frecuencia de la carrera de Computación

**Fuente:** Autores, 2018

### Selección

Con la obtención del conjunto de datos significativos, se procedió con la agrupación de cada uno de ellos utilizando el algoritmo de Clustering PAM (Partitioning Around Medoids), el cual al ser aleatorio, tiende a variar su agrupación cada vez que se procede a ejecutar el mismo. Por tal razón, resultó necesario ejecutar el algoritmo PAM cierta cantidad de veces (30 para ser exactos) y utilizar medidas de evaluación para la calidad del Clustering, en cada una de esas ejecuciones; se utilizaron las métricas de



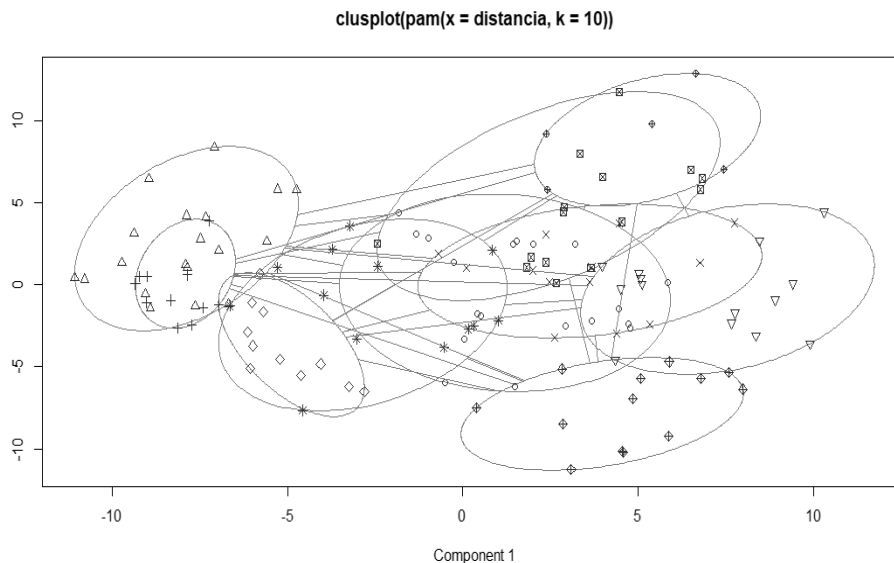
calidad Silhoutte, Dunn, y Davies Boulding, para cada valor de k, logrando obtener la siguiente tabla de datos:

**Tabla 1.**  
Resultados obtenidos en la evaluación de las métricas de calidad

	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar
Pam- Silhoutte	0,31	0,58	0,37	0,092
Pam-Dunn	0,32	0,49	0,41	0,054
Pam-Davies_Bouldin	1,66	2,55	2,01	0,241

**Fuente:** Autores, 2018

Se obtuvo de cada una de las métricas de calidad un resultado numérico como se muestra en la Tabla 1; dichos resultados se extrajeron y analizaron con cada una de estas métricas, resultando en el coeficiente de Silhoutte que el mejor agrupamiento corresponde a k=2, debido a que este presentó el valor más alto (0,58), el índice Dunn por su parte presenta, que el mejor agrupamiento corresponde a k=10, debido a que este presentó el valor más alto (0,489) y en el índice Davies Boulding presenta, que el mejor agrupamiento corresponde a k=2, debido a que este presentó en menor valor (1,66). Es así que se toma el valor óptimo para k igual a 10, dado que las otras dos medidas de evaluación de calidad presentan ciertas variaciones al estar optimizados para trabajar con ciertos algoritmos específicos. Se obtiene el siguiente Clustering:



**Gráfico 3.**

Conjunto de datos agrupados para k=10

**Fuente:** Autores, 2018.

### Discusión

Uno de los objetivos de la presente investigación, fue determinar si los grupos generados coinciden con la cantidad de carreras existentes en la ESPAM MFL, con la aplicación de los procedimientos de Clustering, se pudo demostrar que no existe total coincidencia, ya que resultó que la solución de Clustering optimizada sugiere diez grupos; basados en los resultados del agrupamiento se presentan las siguientes frecuencias en los grupos:

**Tabla 2.**  
Distribución de las carreras por grupo

	Adm. Pública		Adm. Emp.		Computación		Medio Ambiente		Agrícola		Agroindustria		Medicina Veterinaria		Turismo	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo 1	6	19,26 %	3	10,7 %	2	12,5 %	6	18,75 %	1	16,67 %	1	5,55%	1	7,14%	0	0%
Grupo 2	0	0 %	1	5,5%	0	0 %	3	9,37%	2	33,33 %	7	38,88 %	6	42,85 %	0	0%
Grupo 3	0	0 %	0	0 %	0	0 %	3	9,37%	3	50%	5	27,77 %	0	0%	0	0%
Grupo 4	2	7,7 %	9	50 %	1	6,25 %	0	0 %	0	0%	0	0%	1	7,14%	0	0%
Grupo 5	0	0 %	3	10,7 %	0	0 %	5	15,62 %	0	0%	2	5,55%	0	0%	1	20 %
Grupo 6	7	26,92 %	1	5,5%	7	43,75 %	0	0 %	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Grupo 7	6	23,06 %	1	5,5%	3	18,75 %	4	12,5%	0	0%	0	0%	1	7,14%	0	0%
Grupo 8	1	3,84%	0	0 %	2	12,5 %	5	15,62 %	0	0%	3	16,66 %	1	7,14%	1	20 %
Grupo 9	7	26,9%	0	0 %	0	0 %	4	12,5%	0	0%	0	0%	0	0%	3	60 %
Grupo 10	0	0 %	0	0 %	1	6,25 %	1	3,12%	0	0%	0	0%	4	28,57 %	0	0%

Fuente: Autores, 2018.

Enfocándose en las carreras, se puede afirmar que la Ingeniería en Turismo posee su mayor porcentaje de trabajos de titulación en el grupo 9, seguido de las carreras de Ingeniería Agrícola y Administración de empresas, las cuales presenta la mitad de sus investigaciones en el grupo 3 y 4 respectivamente; así mismo la carrera de Computación se ubica en el grupo 6, en el cuarto lugar la carrera de Medicina Veterinaria con una gran presencia de sus proyectos en el grupo 2, la carrera de Agroindustrias se ubica mayormente en el grupo 2, distribuido casi equitativamente con el grupo 3, para la facultad de Administración de empresas pública sus porcentajes están divididos entre el grupo 6 y 9, y la carrera que ve sus frecuencias mayormente distribuidas en Medio Ambiente, que se aprecia en los grupos 1, 5, 7, 8 y 9 con valores muy cercanos entre sí.

De tal forma que, analizando los grupos que se formaron, se puede notar que el grupo 1 está mayormente formado por trabajos de Administración Pública, en el grupo 2 predominan investigaciones realizadas en Agroindustria y Medicina Veterinaria, en el grupo 3 la carrera de Agroindustria presenta más trabajos, en el grupo 4 claramente se puede apreciar que la mayor cantidad de trabajos está en la carrera de Administración de Empresas, en el grupo 5 predomina la carrera de Medio Ambiente, en el grupo 6 se encuentran las carreras de Computación y Administración Pública con la misma cantidad de trabajos, en el grupo 7 se vuelve a notar Administración Pública, para el grupo 8 la mayor cantidad provienen de Medio Ambiente y Agroindustrias, en el grupo 9 una vez más la carrera Administración Pública y por último, el grupo 10 está predominado por la carrera de Medicina Veterinaria.

Con respecto a las líneas de investigación institucionales, se puede añadir que lo esperado era, que, si no se presentaban ocho grupos para representar a las carreras, por lo menos se crearan cinco grupos

alrededor de las cinco líneas de investigación que posee la ESPAM MFL, sin embargo, el resultado no coincidió con lo esperado y se presenta la siguiente tabla con la distribución de frecuencias por grupos:

**Tabla 3.**

Distribución de las líneas de investigación por grupo

	Generación de tecnología para la soberanía alimentaria		Gestión ambiental y manejo de recursos naturales y biodiversidad		Gestión de destinos turísticos sostenibles		Desarrollo humano administrativo y empresarial		Soluciones computacionales para el sector agro productivo y de servicios	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Grupo 1	2	5,26%	6	18,75%	0	0%	9	20,45%	2	12,5%
Grupo 2	15	39,47%	3	9,37%	0	0%	1	2,27%	0	0%
Grupo 3	8	21,05%	3	9,37%	0	0%	0	0%	0	0%
Grupo 4	1	2,63%	0	0%	0	0%	11	25%	1	6,25%
Grupo 5	3	7,89%	5	15,62%	1	20%	3	6,81%	0	0%
Grupo 6	0	0%	0	0%	0	0%	8	18,18%	7	43,75%
Grupo 7	1	2,63%	4	12,5%	0	0%	7	15,90%	3	18,75%
Grupo 8	4	10,52%	5	15,62%	1	20%	1	2,27%	2	12,5%
Grupo 9	0	0%	4	12,5%	3	60%	7	15,96%	0	0%
Grupo 10	4	10,52%	1	3,12%	0	0%	0	0%	1	6,25%

Fuente: Autores, 2018.

Si se analizan las líneas de investigación institucionales, se puede afirmar que la línea de investigación denominada Generación de tecnología para la soberanía alimentaria, posee su mayor porcentaje de trabajos de titulación en el grupo 2, la línea de investigación 2, ve sus porcentajes muy divididos y dispersos entre el grupo 1, 5 y 8; además se aprecia que la línea de investigación 3, se ubica con mayor porcentaje en el grupo 9, la línea de investigación 4, se ubica mayormente en los grupos 1 y 6, seguido de la línea 5, agrupada principalmente en el grupo 6.

Analizando los grupos que se formaron, podemos notar que el grupo 1, está mayormente formado por trabajos de las líneas de investigación 4 y 2; en el grupo 2, predominan investigaciones realizadas en la línea de investigación 1; para el grupo 3, la línea de investigación 1, tiene más trabajos agrupados; en el grupo 4, claramente se aprecia que la mayor cantidad está en la línea de investigación 4; en el grupo 5, se encuentran más los trabajos orientados hacia la línea de investigación 1, 2 y 3; asimismo, en el grupo 6, tenemos agrupados trabajos de las líneas 4 y 5; en el grupo 7, se vuelve a notar proyectos de la línea de investigación 4; para el grupo 8, se nota una frecuencia muy similar entre las líneas 2 y 1; en el grupo 9, se aprecia la línea 4 y por último el grupo 10, está predominado por la línea de investigación 1.

### Conclusión

Con la utilización de las técnicas para análisis de Clustering se logró determinar, basándose en las similitudes de cada uno de los objetos de la base de datos, que la mejor solución de Clustering, es cuando existen diez grupos que relacionan los trabajos de titulación de las ocho carreras de la ESPAM MFL realizados en el año 2016. Por lo que se puede notar, que el planteamiento y formulación del problema de los trabajos de titulación, no solo están orientados a la carrera a la cual pertenecen, sino que también, enfocan sus trabajos en otras áreas.

### Agradecimiento

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la Carrera de Computación y al Grupo de Investigación SISCOM, por haber hecho posible la presentación de este trabajo.

### Referencias

- Altszyler, E., & Brusco, P. (2015). Análisis de la dinámica del contenido semántico de textos. Argentine *Symposium on Artificial Intelligence*. 16, 44. p. 256-263
- Alvarez M. (2014). *Detección de similitud semántica en textos cortos*. Ciencias Computacionales. INAOEP. Cholua-puebla, MX.
- CONEA, (2003). La calidad en la Universidad Ecuatoriana. *UNESCO*. N° 16. Quito-Ecuador, pp. 12-32.
- Cruanes, J., Romá, T., M. Teresa, Pastor, E. (2012) Análisis del uso de métodos de similitud léxica con conocimiento semántico superficial para mapear la información de enfermería en español. *Procesamiento del Lenguaje Natural*, 49, 49, pp. 75-82.
- Estévez-Velarde, S., & Cruz, Y. A. (2015). Evaluación de algoritmos de clasificación supervisada para el minado de opinión en twitter. *Investigación Operacional*, 3, 36, pp, 194-205.
- León, E. (2016). *Métricas para la validación de Clustering, disponible*. Ingeniería de Sistemas y Computación. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá-D.C., COL.
- Mandujano, E., Grajeda P. (2013). Calidad de las tesis para obtener el título de médico cirujano. *Acta Medica Peruana*. 2, 30. p. 70 – 74.
- Marqués, I. (2013). *Metodología fiable de detección de duplicados para el análisis de tráfico de red IP*. Tesis. ETS de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. UPNA. Pamplona-Navarra, ES., p. 5.
- Morales, Z., Alberto L., Velasco A. (2014). Estrategias para la formación de clusters. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, pp. 1004-1011.
- Mosquera, A., & Moreda, P. (2011). Caracterización de Niveles de Informalidad en Textos de la Web 2.0. *Procesamiento del lenguaje natural*, 47, 47. p. 171-177.
- Park, H., Jun, C. H. (2009). A simple and fast algorithm for K-medoids clustering. *Expert systems with applications*, 36, 2, p. 3336-3341

Pérez, V., Isabel C, García L. (2016). Una revisión sobre aprendizaje no supervisado de métricas de distancia. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 4, pp. 43-67.

Vicedo J., Langa M., Buades E. (2007). La importancia del reconocimiento de patrones. *Revista Eure*, 33, 98, pp. 119-133.

Waid, E. (2017). *Un sistema de recomendación basado en perfiles generados por agrupamiento y asociaciones*. Tesis. Universitario en Ingeniería y Tecnología de Sistemas Software. Universitat Politècnica de Valencia. Valencia-Valencia, ES. p. 24.

# 11

Redes definidas por software y sus diferencias con las redes tradicionales en la capa de enlace de datos.

*Pedro Alcívar Marcillo  
Marlon Navia Mendoza*

## Redes definidas por software y sus diferencias con las redes tradicionales en la capa de enlace de datos.

**Pedro Alcívar Marcillo**

palma1124@hotmail.es

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”

**Marlon Navia Mendoza**

mnavia@espam.edu.ec

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”

### Resumen

Las infraestructuras de redes son fundamentales para sustentar las actividades realizadas en internet y en entornos locales; aunque en una red tradicional se evidencian inconvenientes relacionados con la gestión de la misma. Esta investigación hace énfasis en señalar la importancia de las Redes Definidas por Software, SDN por sus siglas en inglés (*Software Defined Networking*), ya que plantean un cambio favorable en la administración de las redes. Este trabajo tiene como objetivo, plantear la simulación de una red conmutada bajo el paradigma de SDN, para explorar el comportamiento de este modelo en la capa de enlace de datos, comparándolo con una red tradicional a nivel de gestión de la red. La investigación es de tipo experimental y se utilizó el método comparativo, mediante la simulación de entornos, que se implementaron con la aplicación GNS3, el cual se integra con VMware y Virtualbox para instalar el controlador de la red y sistemas necesarios para realizar las pruebas. La aplicación de SDN de forma total o parcial se basa en el estudio del escenario a implementar, se puede observar que el funcionamiento de este paradigma, en una red conmutada, presenta ventajas referentes al procesamiento de datos y la gestión de la red.

**Palabras Clave:** Redes definidas por software, Enlace de datos, Redes tradicionales, GNS3, SDN

### Abstract

Network infrastructures are fundamental to sustain the activities that we do on the internet and in local environments; although in a traditional network there are problems related to the management of it. This research emphasizes the importance of software defined networks, SDN for its acronym in English (*Software Defined Networking*), since, they propose a favorable change in the administration of the networks. This work aims to propose the simulation of a switched network under the paradigm of SDN, to explore the behavior of this model in the data link layer, compare with a traditional network at the level of network management. The research is experimental and was used the comparative method, through the simulation of environments, which is implemented with the GNS3 application, in which it is integrated with VMware and Virtualbox to install the network controller and systems necessary to perform the tests. The application of SDN in whole or partial way is based on the study of the scenario to be implemented, it can be seen that the operation of this paradigm in a switched network presents advantages in terms of data processing and network management.

**Key Words:** Software defined networks, Link of data, Traditional networks, GNS3, SDN

### Introducción

La tecnología es un área de estudio cada vez más amplia y profunda, no solo por la innovación constante de los desarrolladores de aplicaciones para las múltiples plataformas, o los muchos servicios que se consumen de la virtualización en sus diferentes esquemas, o su interacción constante con otras

ciencias y campos de aplicación, entre otros aspectos. Particularmente, haciendo referencia a las redes de datos es necesario mencionar la importancia que se da al acceso a internet, lo que ha provocado el crecimiento exponencial de las tecnologías inalámbricas y despliegue de tendidos de fibra (Huang, y otros, 2017).

Así, uno de los problemas principales de las redes tradicionales es mantener operativa la red sin que se incurra en costes computacionales elevados, ya que muchos protocolos son destinados para estas tareas, generalmente estos controles se realizan a través de mensajes de difusión, los mismos que son enviados por cada protocolo de control implementado (Sayans Cobos, 2018).

Estos inconvenientes que repercuten en las redes tradicionales, provocan que se plantee un cambio de paradigma en la implementación y administración de redes, en principio las primeras contribuciones como SOFTNET consistían en incluir comandos en el campo de datos de cada paquete que los nodos iban ejecutando, a medida que dichos paquetes eran recibidos (Roncero, 2014).

En la actualidad, el proyecto más ambicioso y aplicado para crear redes programables es SDN (*Software Defined Networking*) o redes definidas por software, el cual consiste en separar el plano de control del plano de datos en los dispositivos de red, sean estos routers, switches, o switches de capa 3, asimismo agrega un controlador en la red el cual facilita la gestión de la misma, conjuntamente el diseño de la topología tanto física como lógica, fomenta la escalabilidad horizontal de la red y a su vez impacta de manera positiva al sentido del tráfico de este a oeste, que en una red tradicional es de norte a sur, definido así para el entorno cliente-servidor (Calloni, y otros, 2018).

En la comunicación entre el plano de control y el plano de datos, se utiliza un protocolo que transporta las órdenes enviadas desde el controlador hacia los dispositivos de forwarding. Cisco ha desarrollado un protocolo propietario denominado OpFlex, que es el encargado de respaldar sus infraestructuras de redes definidas por software, además de Cisco, muchas organizaciones y empresas han desarrollado sus protocolos para soportar SDN. Pero según (Taheri, 2018), afirma en su libro que OpenFlow es el líder y se ha asegurado una posición en el mercado que le ha permitido expandirse rápidamente.

Plantearse la migración total de la red a SDN, es una idea no del todo factible, ya que en principio sería desperdiciar una infraestructura implementada que seguramente cumpla con los requisitos para los que fue planificada. Igualmente, el cambio brusco del paradigma tradicional puede tener efectos adversos. En su investigación (Vissicchio, Vanbever, & Bonaventure, 2014) enfatizan en estas mismas dificultades, pero a la vez proponen la implementación de redes híbridas, las cuales pueden mitigar las limitaciones respectivas del enfoque tradicional y a través de gestión amigable de SDN, proporcionar incentivos para la transición paulatina. Esta idea de manera general, también es sustentada por (Rothenberg, y otros, 2012) en su investigación, pero ellos además de considerar un enfoque general de las redes híbridas, las catalogan por el diseño de la topología y los servicios a los que están orientadas.

Los investigadores (Giraldo & Echeverry, 2018) realizan una definición muy precisa de las SDN, basados en un análisis comparativo entre ambos paradigmas implementados en una red conmutada. Ellos hacen mención, que en una red de capa 2, los conmutadores tradicionales solo controlan tráfico de capa 2, mientras que en las redes definidas por software un dispositivo del plano de datos, puede analizar paquetes de las capas 2, 3 y 4 al mismo tiempo, ya que las entradas que se almacenan en las tablas de flujo, permiten agregar parámetros de relacionados con estas capas.



Para comprender la idea general del paradigma de redes definidas por software, es importante segmentar el entorno en el que se establece su estudio. Por tal motivo, en este documento se analiza el funcionamiento de una red conmutada implementada bajo el paradigma de SDN, el cual se compara con una red tradicional en un escenario similar, en ambos se muestra la comunicación entre los PC's conectados a las vlan's, que son creadas en los equipos de reenvío de datos y a su vez, se muestran las posibilidades para bloquear paquetes mediante la creación de entradas en las tablas de flujo de los equipos de reenvío (*forwarding*) para el caso de SDN, mientras que para obtener un resultado similar en la red tradicional, deshabilitamos el enlace troncal entre los switches.

La conmutación de paquetes es un concepto que se relaciona con dispositivos que se encuentran en la misma red, donde el escenario más común es la interconexión de switches entre sí para establecer caminos redundantes, los cuales servirán de respaldo en caso fallen los enlaces principales, para evitar bucles, debido a la redundancia de conexiones se hace uso de protocolos como spanning tree STP. Habitualmente, se crean vlan's para segmentar la red a nivel de enlace de datos, estas además de la segmentación contribuyen a la administración, seguridad y delimitación del dominio emisor o *broadcast* (Sayans Cobos, 2018).

Las redes definidas por software, cuentan con tres esquemas de implementación que están relacionados con la topología de la red. En su trabajo (Abolhasan, Lipman, Ni, & Hagelstein, 2015), hacen mención a cada uno de estos, el primero es el de control centralizado, el cual consiste en interconectar todos los equipos del plano de datos a un único controlador; el control distribuido se da cuando la red de dispositivos es demasiado amplia y es necesario crear zonas de redes SDN, las cuales van a contar con su propio controlador independiente y por último, podemos realizar una implementación para un escenario híbrido.

Algo de lo que no puede escapar SDN ni alguna tecnología o protocolo en cuestiones de informática, es a los problemas con la seguridad, por tal razón, hay una gran variedad de trabajos en esta área y los investigadores (Hu, Wang, Yan, Yin, & Luo, 2015), hacen énfasis en lo que consideran una vulnerabilidad intrínseca en los dispositivos pertenecientes al plano de datos y como tratar de evitarla. La vulnerabilidad en cuestión, se establece por las entradas existentes en las tablas de flujo de estos equipos que son las que les permiten realizar la conmutación de manera transparente, como método para eludir esta vulnerabilidad, los autores recomiendan sobrescribir las entradas de flujo predefinidas, agregando algún tipo de seguridad a las mismas.

La idea que se plantea sustentar en la presente investigación, hace referencia a que si incrementa el nivel de comprensión del paradigma de redes definidas por software en ambientes de redes conmutadas, por parte del personal que se encarga de la gestión de redes en las diferentes instituciones, podría aumentar la probabilidad de que implementen SDN en sus redes LAN para optimizar la gestión las mismas. Además, si el hecho de conocer las falencias de las redes tradicionales y como SDN sustenta dichas falencias, sirve de igual manera de incentivo para el cambio de paradigma en los entornos antes mencionados.

Este trabajo de investigación, está estructurado inicialmente por un breve resumen acompañado de las palabras clave, a continuación, encontramos la introducción del trabajo, donde se relata sobre los antecedentes del tema y se realiza un análisis general del problema seguido de la importancia del mismo. Como siguiente punto, tenemos la metodología del trabajo en la cual se detallan los aspectos concernientes al desarrollo de la investigación, así como también los materiales que se utilizaron para obtener los resultados que son identificados a continuación, previo a finalizar el documento

encontramos la discusión que es donde se afirma o contradice la idea propuesta en este trabajo, cotejando nuestros resultados con los trabajos de otros investigadores y finalmente encontramos las referencias en las que se sustenta este documento.

### **Importancia del problema**

La inclusión de una tecnología como SDN en los diferentes campos de la industria, es solo cuestión de tiempo, ya que, como indican (Nunes, Mendonca, Nguyen, Obraczka, & Turletti, 2014), las ventajas de este paradigma se da en todos los casos planteados, como son: disminución de los requerimientos de procesamiento de los equipos al separar el plano de control del plano de datos, escalabilidad horizontal de la red, implementación de una infraestructura programable que responde a eventos, entre otros.

Otros factores que impulsan la inclusión de SDN son, la propagación de servicios en internet y el despliegue masificado de infraestructuras tanto físicas como en ambientes virtuales, estos escenarios le plantean a las redes tradicionales un entorno cada vez más complejo y de difícil administración, tal como mencionan (Kreutz, y otros, 2015), se dificulta configurar la red en base a políticas predefinidas y reprogramarla para que responda a eventos como: cambios en la topología, variación constante de los niveles de carga, fallas, entre otros..

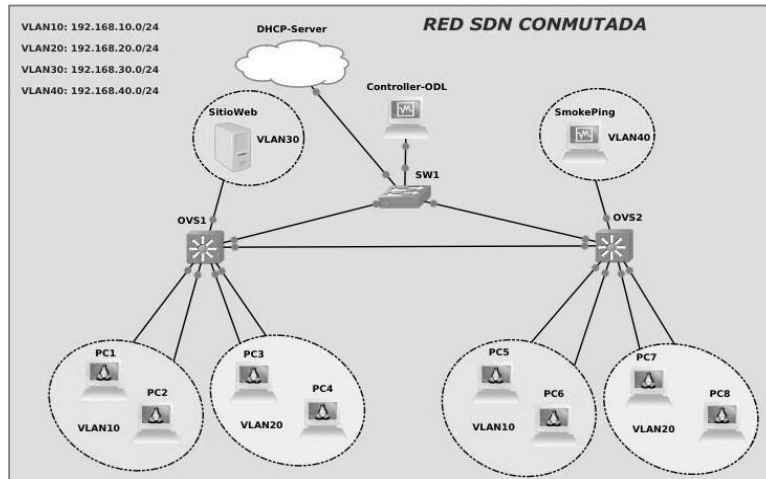
Los aspectos antes mencionados y la importancia de empezar a relacionar SDN como el posible paradigma de facto en la implementación de redes de datos a futuro (Spera, 2013), motiva la comprensión del mismo en todos sus niveles, por tal motivo en este documento se describen el funcionamiento de los protocolos y la interacción entre los dispositivos en un entorno de red conmutada.

### **Metodología**

Esta investigación fue de tipo experimental y descriptiva, por motivos que existen estudios comparativos entre las redes definidas por software y el paradigma de red tradicional, pero no se encontraron estudios específicos en la capa de enlace de datos. De esta manera, se utilizó el método comparativo para obtener los resultados de la investigación.

Esta investigación estuvo orientada a demostrar el funcionamiento del paradigma SDN en una red conmutada, se detallan los procesos de comunicación entre el controlador de la red (OpenDayLight en este caso), el complemento OpenFlow Manager, los dispositivos de reenvío de paquetes (OpenvSwitches) y la interacción entre los PC's conectados a diferentes vlan's. Además, se instaló otra red en capa 2, pero en el modelo tradicional para poder comparar la administración de la red entre ambos paradigmas.

Las pruebas que se realizaron, fueron simuladas con la herramienta GNS3, la cual se integró con VMware Workstation y Virtualbox en los que se instalaron, el controlador OpenDayLight y la aplicación OpenFlow Manager respectivamente, además se instaló CentOS 6.2 y se levantó el servicio httpd para montar un sitio web de prueba, adicional a los equipos antes mencionados, se agregaron ocho PC's soportadas por el contenedor docker tal como se muestra en la figura 1. El instalador de GNS3 integra Wireshark que es un sniffer, que se encarga de analizar el tráfico que pasa por la infraestructura, detallando los datos de cada uno de los protocolos que trabajan en las diferentes capas del modelo OSI.



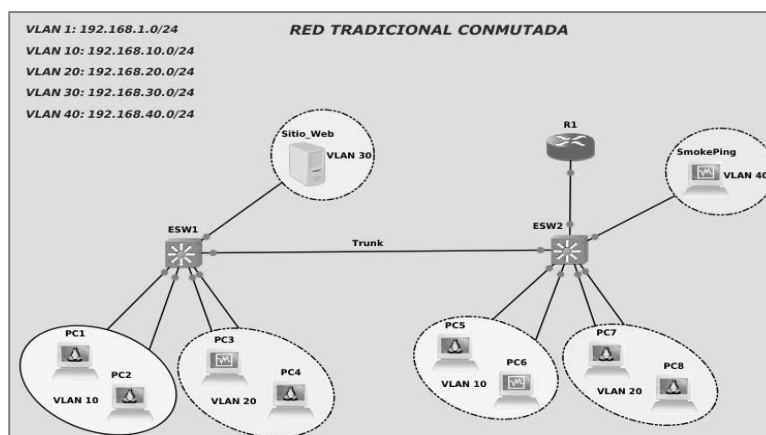
**Gráfico 1.**

Alcívar & Navia (2018)

A continuación, se conceptualizan las principales herramientas utilizadas en el trabajo:

- **GNS3.-** Es un software de código abierto que emula enrutadores de varios fabricantes, puede ser instalado en sistemas windows, Mac OS y linux (Neumann, 2015).
- **OpenDayLight.-** ODL Es una plataforma de controladora SDN implementado en java, es un proyecto de código abierto compatible con IBM, Cisco, Juniper, VMware, etc., además se puede instalar en cualquier hardware y sistema operativo que soporte java (Khattak, Awais, & Iqbal, 2014).
- **OpenFlow Manager. -** OFM es una aplicación desarrollada para ejecutarse sobre ODL para visualizar topologías OpenFlow, rutas OF del programa y recopilar estadísticas de OF.
- **Docker.-** Docker es una plataforma abierta para desarrolladores y administradores de sistemas para construir y ejecutar aplicaciones distribuidas, también se considera una aplicación de virtualización de un sistema operativo de características reducidas (Preeth, Mulerickal, Paul, & Sastri, 2015).

Como se menciona en líneas anteriores, además de la red SDN, también se simula una red tradicional con los mismos servicios, sistemas y PC's para realizar las pruebas, en la figura 2 se observa la topología.

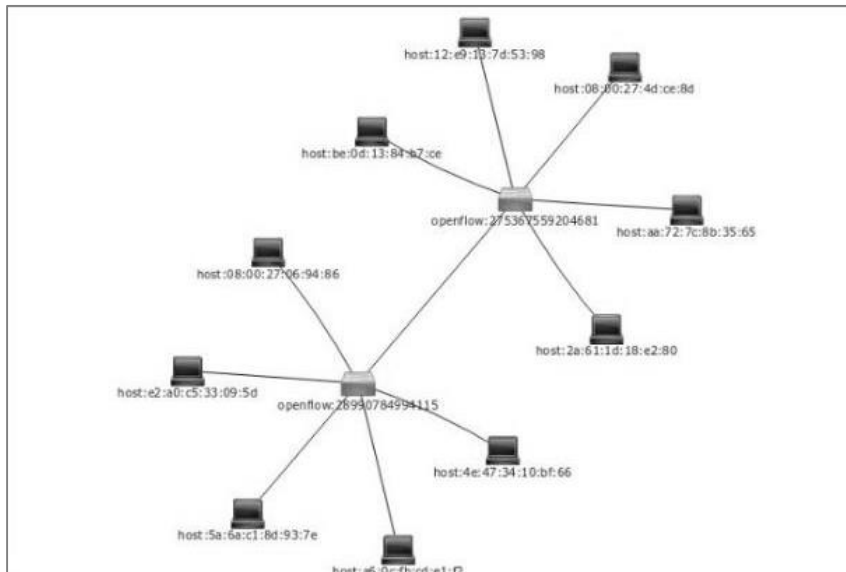


**Gráfico 2.**

Alcívar & Navia (2018)

Al tener ya instalada las topologías para realizar las pruebas y la conceptualización respecto a las herramientas que se utilizaron, se llevaron a cabo los pasos previos para obtener los resultados del funcionamiento de SDN y la correspondiente comparativa con la red tradicional. A continuación se detallan dichos pasos de manera detallada:

1. Levantar el controlador SDN (OpenDayLight) y la aplicación OpenFlow Manager, los cuales se instalaron en un sistema operativo Ubuntu 16.04 desktop.
2. Cuando los servicios ya fueron levantados por completo se realizó un ping entre las PC's de las mismas vlan's para que se refleje la topología en el entorno web de OpenDayLight.



**Gráfico 3.**  
Alcívar & Navia (2018)

3. Para verificar la conexión de los equipos de forwarding con el controlador desde el terminal de dichos dispositivos, se debe ejecutar el comando **ovs-vsctl show** para este caso en particular, ya que, se utilizó tecnología OpenvSwitch.

```

Archivo  Editar  Ver  Terminal  Pestañas  Ayuda
bnt@bnt: ~  x  OVS1  x  OVS2  x  PC1  x  PC8  x
/ # ovs-vsctl show
bb6933a6-e22c-4423-8685-f77567ed6459
Bridge "br1"
  Port "br1"
    Interface "br1"
      type: internal
Bridge "br0"
  Controller "tcp:192.168.122.157:6633"
  is_connected: true
  Port "eth8"
    Interface "eth8"
  Port "eth14"
    Interface "eth14"
  Port "eth9"
    Interface "eth9"
  Port "eth15"
    trunks: [10, 20, 30, 40]
    Interface "eth15"
  Port "vlan40"
    tag: 40
    Interface "vlan40"
      type: internal
  Port "eth11"
    Interface "eth11"
  Port "eth10"

```

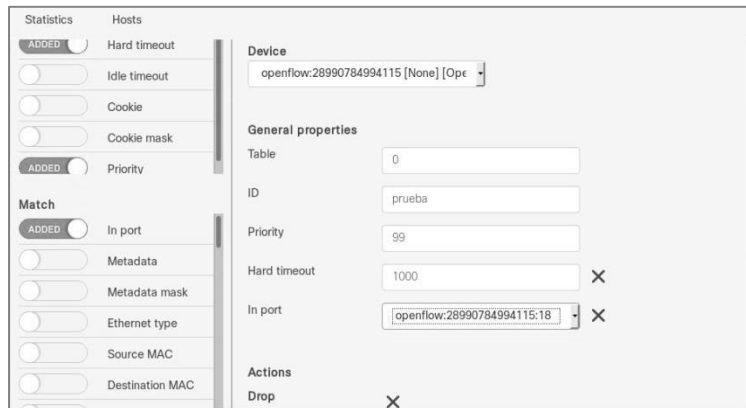
**Gráfico 4.**  
Alcívar & Navia (2018)

## Resultados

Los resultados de esta investigación se muestran en dos partes, en la primera se define el proceso de bloqueo de tráfico desde un puerto en específico del switch1 de la red SDN, haciendo uso de la aplicación OpenFlow Manager, mientras que en la red tradicional se especifican varias opciones para realizar el mismo bloqueo que en la red SDN. Vale mencionar que además del aspecto procedimental, se debe considerar las diferencias en la gestión de la infraestructura de red en cada uno de los paradigmas.

Al realizar las simulaciones en el entorno de red conmutada con el paradigma de redes definidas por software, tal como se muestra en el apartado anterior, se logró observar el comportamiento de la infraestructura en base a los cambios que se realizaban a las tablas de flujo de los Switches, tanto desde la administración web de OpenFlow Manager, como desde la línea de comando de los dispositivos. A continuación, se detalla el proceso realizado para la obtención de los resultados:

1. Desde la administración web de OpenFlow Manager, en la pestaña de Flow Management, nos dirigimos a la última opción (FLOWS) y agregamos una nueva entrada a la tabla de flujo de OVS1.



**Gráfico 5.**

Alcívar & Navia (2018)

2. La entrada de la tabla de flujo para OVS1, creada en el punto anterior sirve para denegar el paso de los paquetes en el puerto 15, el cual sirve de enlace entre los dispositivos de forwarding y está configurado como troncal para permitir el paso de todas las vlan's.
3. Finalmente, comprobamos mediante ping entre las PC's de una misma vlan pero en diferentes switches, que la respuesta debe fallar, solo pueden comunicarse las PC's que están en el mismo switch y vlan obviamente.

```

Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
bnt@bnt:~ x OVS1 x OVS2 x PC1 x PC8 x
root@PC8:~# ping 192.168.20.1
PING 192.168.20.1 (192.168.20.1) 56(84) bytes of data.
From 192.168.20.4 icmp_seq=9 Destination Host Unreachable
From 192.168.20.4 icmp_seq=10 Destination Host Unreachable
From 192.168.20.4 icmp_seq=11 Destination Host Unreachable
^C
--- 192.168.20.1 ping statistics ---
12 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 11080ms
pipe 3
root@PC8:~# ping 192.168.20.2
PING 192.168.20.2 (192.168.20.2) 56(84) bytes of data.
From 192.168.20.4 icmp_seq=10 Destination Host Unreachable
From 192.168.20.4 icmp_seq=11 Destination Host Unreachable
From 192.168.20.4 icmp_seq=12 Destination Host Unreachable
^C
--- 192.168.20.2 ping statistics ---
13 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 11999ms
pipe 3
root@PC8:~# ping 192.168.20.3
PING 192.168.20.3 (192.168.20.3) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 192.168.20.3: icmp_seq=1 ttl=64 time=1.91 ms
64 bytes from 192.168.20.3: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.910 ms
^C
--- 192.168.20.3 ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 1001ms

```

**Gráfico 6.**

Alcívar &amp; Navia (2018)

Luego de realizar los pasos para bloquear el tráfico de la red desde un puerto específico en SDN, vamos a mostrar varias opciones de cómo podríamos hacerlo en una red tradicional. Teniendo en cuenta que la tecnología que se encuentra implementada son equipos Cisco simulados con GNS3, el proceso que realizamos es el siguiente:

```

ESW1>enable
ESW1#configure terminal
ESW1(config)#vlan 90
ESW1(config-vlan)#name APAGADOS
ESW1(config-vlan)#exit
ESW1(config)#interface fastethernet 0/10
ESW1(config-if)#switchport mode access
ESW1(config-if)#switchport access vlan 90
ESW1(config-if)#shutdown
ESW1(config-if)#end
ESW1#write

```

Resumiendo, el proceso anterior referente a los comandos necesarios para realizar el bloqueo de puertos, lo que se hace es crear una vlan que no se le asignara direccionamiento ni se levantara su servicio a la cual denominamos “APAGADOS”, para luego agregar el puerto que queremos bloquear el tráfico a dicha vlan, una vez que lo hemos dado de baja con el comando “shutdown”, finalmente se regresa al modo de configuración privilegiado y guardamos los cambios.

Hay que tener en cuenta, que con solo dar de baja el puerto el proceso también funciona, pero la asignación de este a una vlan es por cuestiones de seguridad, el proceso de bloqueo de puertos se lo podría realizar con un firewall en la red, lo que asume mayor cantidad de equipos y conocimientos referentes a la gran variedad de soluciones de seguridad en esta área.

### Discusión

En su libro “Introducción a las redes de computadoras” (Robertazzi, 2017) dedica un capítulo entero a la revisión de SDN, analizando sus ventajas frente a las redes tradicionales, infraestructura, controladores, entre otros y concuerda con el presente trabajo en que, entre los inconvenientes que

afectan las redes de datos, se encuentran la escalabilidad vertical y la falta de reconfiguración automática y mecanismos de respuesta. El autor antes citado, también considera que el camino que está tomando el tráfico generado en internet, tiene la necesidad de ser gestionado por un paradigma con SDN.

Pensar que a las empresas se les va a plantear la migración total de su infraestructura de red a un paradigma parcialmente desconocido por muchos y éstas van a dar una aprobación consistente, es una idea que a muy pocos, podríamos decir ninguno se le pasaría por la cabeza, además ¿qué pasa con la red existente, dejan de ser útiles los equipos?, en el trabajo de (Sezer, y otros, 2013) hacen referencia a las complicaciones que se pueden presentar al tratar de crear una red híbrida entre SDN y una red tradicional, poniendo de ejemplo el caso que los dispositivos instalados no soporten el protocolo OpenFlow o cualquier otro en que se base la red SDN. En este punto, el autor de este documento concuerda con esa complejidad en la integración entre los dos modelos antes mencionados y agrega además, que en muchos casos existe desconocimiento total de esta tecnología, ya que con un estudio previo, se puede determinar la factibilidad de implementar una red híbrida.

En su trabajo (Du & Herlich, 2016), hacen un análisis de las ventajas y desventajas de la aplicación de las redes definidas por software en comunicaciones en tiempo real, entre las ventajas consideran aspectos como la recuperación automática, la administración centralizada, entre otros y como posibles desventajas, mencionan tener como punto único de falla al controlador, entendiendo que en primer instancia, este fallo no afectaría el rendimiento de la red, pero si deshabilita la administración y reconfiguración de la misma, con respecto a este inconveniente el autor de este documento concuerdan totalmente.

Existen muchos casos de éxito en implementaciones de redes definidas por software, según lo citado por (Giraldo & Echeverry, 2018) en su investigación sobre la arquitectura, componentes y funcionamiento de este modelo, al mismo tiempo concuerdo totalmente con su comparativa entre una red convencional y SDN, al referirse al tipo de tráfico que soporta cada paradigma en la capa de enlace de datos, pero no comparto el uso de mininet como herramienta predilecta para la simulación de entornos SDN, porque considero que el uso de una herramienta como GNS3, nos ofrece una simulación más cercana a la realidad, flexible y con un toque de complejidad adicional al implementarla. La aplicación del paradigma SDN en el protocolo BGP es sin duda, un estudio importante para los investigadores de esta área y una idea disruptiva en la manera que se entiende la arquitectura de internet. En el trabajo realizado por (Lin, Bi, & Hu, 2016), se refiere a SDN como un punto de inflexión en la transformación de internet, pero a la vez concuerda con el criterio del autor de este documento, en que la investigación y las tecnologías relacionadas a la transición a redes SDN, no cuentan con el grado de madurez adecuado.

Un aspecto importante que se considera en este documento, es el tipo de infraestructura sobre la que se implementa SDN, haciendo referencia al tipo de arquitectura, los autores (Li & Xu, 2017) realizan un estudio sobre cómo la definición de una u otra arquitectura, puede incidir de forma directa en el proceso de balanceo de carga en la red, en ocasiones consideran una falencia del paradigma SDN, cuando no se define de manera adecuada, el tipo de balanceo acorde a la arquitectura.

### **Conclusión**

Al realizar la comparativa entre el paradigma de red tradicional y SDN en la capa de enlace de datos, se pudo dar constancia de que las redes definidas por software en términos de gestión logran abarcar

varias capas del modelo OSI, esta característica va a ser variable en base al diseño de la aplicación que administre las tablas de flujo de los equipos de reenvío de datos.

Aunque en su mayoría los protocolos más comunes de la arquitectura de red continúan trabajando en el paradigma de redes definidas por software, es importante comprender el cambio en la concepción de la infraestructura.

El paradigma de redes definidas por software, ofrece múltiples posibilidades para optimizar la configuración, administración y solución a problemas de las redes de datos, mediante el uso de mecanismos ágiles y efectivos como es la aplicación de un controlador para la red, la ejecución de scripts con tareas programadas, escalar de forma horizontal la red, entre otras.

La reducción de dispositivos en el paradigma de SDN, se hace muy notoria en este ejemplo en particular, ya que lo que en su momento puede realizar un router para bloquear puertos o protocolos mediante una ACL, o de igual manera podría realizarlo un firewall de gama media o baja, SDN lo simplifica con la creación de una entrada en la tabla de flujo de un dispositivo de reenvío de datos.

Las investigaciones y tecnologías que aportan al desarrollo de las redes definidas por software, en su mayoría no tienen el nivel de madurez necesario para realizar implementaciones en infraestructuras medianas y grandes y la documentación técnica ofrecida por ciertos fabricantes y otras organizaciones, no es suficiente para aventurarnos a implementar la red bajo este paradigma.

## Referencias

- Abolhasan, M., Lipman, J., Ni, W., & Hagelstein, B. (2015). Software-defined wireless networking: centralized, distributed, or hybrid? *IEEE Network*, 32.38.
- Calloni, J. C., Fernandes Macedo, D., Montejano, G. A., Silva, V. F., Silva, E. D., Scarello, E., & Paez, S. (2018). Modelo para la interoperabilidad entre controladores de redes definidas por software. *XX Workshop de Investigadores en Ciencias* (pp. 716-720). Red de Universidades con Carreras en Informática.
- Du, J. L., & Herlich, M. (2016). Software-defined Networking for Real-time Ethernet. . *In ICINCO*, 584-589.
- Giraldo, M. R., & Echeverry, A. M. (2018). Redes de datos definidas por software-SDN, arquitectura, componentes y funcionamiento. . *Journal de Ciencia e Ingenieria*, 55-61.
- Hu, Z., Wang, M., Yan, X., Yin, Y., & Luo, Z. (2015). A comprehensive security architecture for SDN. . *Intelligence in Next Generation Networks*, 30-37.
- Huang, T., Yu, F. R., Zhang, C., Liu, J., Zhang, J., & Liu, Y. (2017). A survey on large-scale software defined networking (SDN) testbeds: Approaches and challenges. . *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 891-917.
- Khattak, Z. K., Awais, M., & Iqbal, A. (2014). Performance evaluation of OpenDaylight SDN controller. *2014 20th IEEE International Conference on*, 671-676.



- Kreutz, D., Ramos, F. M., Verissimo, P. E., Rothenberg, C. E., Azodolmolky, S., & Uhlig, S. (2015). Software-defined networking: A comprehensive survey. . *Proceedings of the IEEE*, 14-76.
- Li, L., & Xu, Q. (2017). Load balancing researches in SDN: A survey. *Electronics Information and Emergency Communication (ICEIEC)*, 403-408.
- Lin, P., Bi, J., & Hu, H. (2016). BTSDN: BGP-based transition for the existing networks to SDN. *Wireless Personal Communications*, 1829-18433.
- Neumann, J. C. (2015). *The Book of GNS3: Build Virtual Network Labs Using Cisco, Juniper, and More.* . San Francisco: No Starch Press.
- Nunes, B. A., Mendonca, M., Nguyen, X. N., Obraczka, K., & Turetti, T. (2014). A survey of software-defined networking: Past, present, and future of programmable networks. . *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 1617-1634.
- Preeth, E. N., Mulerickal, F. J., Paul, B., & Sastri, Y. (2015). Evaluation of Docker containers based on hardware utilization. In *Control Communication & Computing India (ICCC)*, 697-700.
- Robertazzi, T. G. (2017). *In Introduction to Computer Networking.* Springer, Cham.
- Roncero, H. O. (2014). *Software Defined Networking.* . Barcelona: Universidad Politécnic de Cataluña.
- Rothenberg, C. E., Nascimento, M. R., Salvador, M. R., Corrêa, C. N., Cunha de Lucena, S., & Raszuk, R. (2012). Revisiting routing control platforms with the eyes and muscles of software-defined networking. In *Proceedings of the first workshop on Hot topics in software defined networks*, 13-18.
- Sayans Cobos, P. (2018). *Despliegue de laboratorios virtualizados de SDN utilizando Open vSwitch.* Madrid: Universidad Politécnic de Madrid.
- Sezer, S. S.-H., Chouhan, P. K., Fraser, B., Lake, D., Finnegan, J., & Rao, N. (2013). Are we ready for SDN? Implementation challenges for software-defined networks. *IEEE Communications Magazine*, 36-43.
- Spera, C. (2013). Software Defined Network: el futuro de las arquitecturas de red. *Logicalis Now*, 42-45.
- Taheri, J. (2018). *Big Data and Software Defined Networks.* IET Digital Library.
- Vissicchio, S., Vanbever, L., & Bonaventure, O. (2014). Opportunities and research challenges of hybrid software defined networks. . *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 70-75.

# 12

Comparativa de Algoritmos-EDM  
utilizados en la predicción del  
rendimiento académico.

*Javier López Zambrano*  
*Joffre Moreira Pico*  
*Fernando Moreira Moreira*

## Comparativa de Algoritmos-EDM utilizados en la predicción del rendimiento académico.

**Javier López-Zambrano**

jlopez.ec@outlook.com; jlopez@espam.edu.ec  
ESPAMMFL

**Joffre Moreira Pico**

joramopi@gmail.com; jmoreira@espam.edu.ec  
ESPAMMFL

**Fernando Moreira Moreira**

fernando.r.moreira@outlook.com; fmoreira@espam.edu.ec  
ESPAMMFL

### Resumen

El incremento del porcentaje de eficiencia terminal que persiguen las Instituciones de Educación Superior del Ecuador, ha generado esfuerzos extras para mejorar el rendimiento académico de sus estudiantes. Tomando conciencia del potencial de los datos educativos y su análisis, el presente estudio tuvo como propósito realizar una investigación predictiva para comparar los algoritmos-EDM (Education Data Mining) J48, Naïve Bayes, OneR y Random Forest y determinar su capacidad predictiva dentro de la predicción de rendimiento académico; el experimento fue realizado con un conjunto de datos (*dataset*) de los últimos 10 periodos académicos de los alumnos de la carrera de Computación de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "Manuel Félix López", empleando la metodología: Proceso Estándar de la Industria para la Minería de Datos (CRISP-DM). El mejor resultado en las comparativas lo alcanzó el algoritmo J48, obteniendo 67.61% en precisión de predicción, 0.52 estadística de kappa, 0.66 F-Medida y 0.81 el área bajo la curva ROC.

**Descriptorios claves:** Minería de datos, Educación, Clasificación.

### Abstract

The increase in the percentage of efficiency in the terminal of higher education institutions of Ecuador, has been designed to improve the academic performance of its students. Taking into account the potential of the educational data and its analysis, the present study was carried out with the purpose of carrying out predictive research to compare the EDM (Education of mining data) J48, Naïve Bayes, OneR and Random Forest algorithms and determine their capacity predictive within the prediction of academic performance; The experiment was carried out with a set of data (data set) of the last 10 academic years of the students of the Computing career of the Polytechnic School of Manabí "Manuel Félix López", using the methodology: Standard Process of the Industry for Data Mining (CRISP-DM). The best result in the comparison was the J48 algorithm, obtaining 67.61% in prediction accuracy, 0.52 kappa statistics, 0.66 F-Measurements and 0.81 the area under the ROC curve

**Keywords:** Data mining, Education, Classification.

### **Introducción al problema**

De acuerdo con (1), el abandono de los estudios superiores es un fenómeno directamente proporcional al incremento de estudiantes y al bajo desempeño académico en las Instituciones de Educación Superior (IES). Por lo que, uno de los retos que deben enfrentar las IES para mitigar el fracaso académico, es mejorar el rendimiento de los estudiantes (2), ya que la deserción no solo es costosa para los estudiantes, sino que también desperdicia fondos públicos.

Las IES están tomando conciencia del potencial de estudiar datos educativos para mejorar la calidad de sus decisiones académicas, empleando entre otras, la Minería de Datos (DM), misma que ha tomado impulso dentro del campo de la educación, mediante ésta se identifican y pronostican actuaciones futuras (desempeño académico), es así que con base en estos estudios y sus resultados las IES pueden enfocarse en qué enseñar y cómo hacerlo. Asimismo (3) señala, que la minería de datos en la educación del inglés Educational Data Mining (EDM), ha generado gran importancia, a su vez asevera que su estudio y aplicación ha sido muy relevante en los últimos años y que el uso de estas técnicas permite, entre otras cosas, predecir cualquier fenómeno dentro del ámbito educativo.

Para (4) la EDM, es la aplicación de técnicas de DM en datos provenientes de plataformas o ambientes de educación on-line. La EDM ha emergido como un área de investigación en los últimos años por investigadores en diversas áreas buscando analizar grandes conjuntos de datos, a fin de resolver las cuestiones de investigación educativa. EDM es el área de investigación que tiene como principal foco el desarrollo de métodos para explorar bases de datos recolectadas en ambientes educativos. Así es posible comprender de manera más eficaz y adecuada a los alumnos, como ellos aprenden, el aprendizaje contexto en el cual el aprendizaje ocurre, además de otros factores que la influyen (5).

El proceso de EDM, convierte los datos brutos de los sistemas educativos en información útil que puede ser utilizada por desarrolladores, profesores, investigadores educativos, etc. En este sentido, el proceso no difiere mucho de otras áreas de aplicación de la DM porque se basa en los mismos pasos del proceso de minería de datos en general (6).

Existen varias investigaciones donde se han aplicado diferentes técnicas de EDM, mencionando algunos (7) señalan, que una de las aplicaciones más comunes de la DM es el uso de diferentes algoritmos y herramientas para estimar eventos futuros basados en experiencias previas y que usando diferentes técnicas de clasificación, podemos construir un modelo de predicción de rendimiento. Por otra parte (8), presentan un estudio de investigación que se llevó a cabo para determinar los posibles factores que afectan el rendimiento de los estudiantes en el sistema de educación superior.

### **Importancia del problema**

Con base en los antecedentes expuestos, esta investigación pretende realizar una comparativa entre los principales algoritmos-EDM utilizados específicamente en la predicción del rendimiento académico. Una vez comprendido el comportamiento de clasificación de los algoritmos que se seleccionen para la comparativa, se proyecta continuar con la investigación con el propósito de aplicar los mejores algoritmos y con ello detectar los factores que más influyen en el proceso de aprendizaje, tomando como referencias la base de datos de los alumnos de la carrera de Computación de la ESPAM MFL.

**Desarrollo**

El objetivo de la investigación, fue realizar una comparativa de los principales algoritmos de la EDM, para determinar la capacidad predictiva de los mismos y en trabajos futuros aplicarlos para realizar predicciones de rendimiento académico empleando diferentes variables predictoras. La metodología aplicada fue: Proceso Estándar de la Industria para la Minería de Datos (CRISP-DM), donde en su primera etapa, se realizó una búsqueda bibliográfica empleando una revisión sistemática como metodología para la revisión del estado del arte, aplicación de métodos y algoritmos, clasificando los artículos por temas (objetivos) circunscrito en el área de investigación de la EDM y con ello, los algoritmos más utilizados específicamente dentro del constructo de la predicción de rendimiento académico, de los cuales se obtuvieron: J48, Naive Bayes, OneR, Random Forest (Tabla 1).

**Tabla 1.**  
Ficha Técnica de los algoritmos aplicados

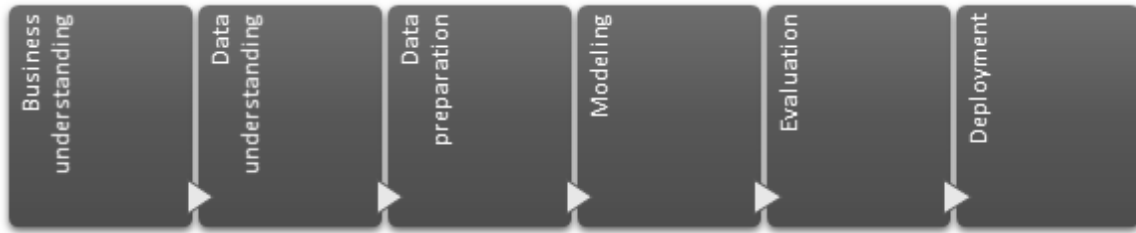
Método Dm	Algoritmo	Descripción	Referencia
Árboles	J48	Este algoritmo genera un árbol de decisión estadístico. El atributo con la mayor ganancia de información normalizada se elige como parámetro de decisión. Cuando todas las muestras en la lista pertenecen a la misma clase, se crea un nodo de hoja para el árbol de decisión.	(9)
Bayes	Naive Bayes	Este es un algoritmo muy usado en procesos de clasificación; por su efectividad en el aprendizaje inductivo se lo considera como uno de los más eficientes dentro de la minería de datos. Este algoritmo trabaja basado en la hipótesis de que todos los atributos son independientes entre sí, claro está, si el valor de la variable clase es conocido.	(10)
Reglas	OneR	Este algoritmo tiene como particularidad la selección del atributo que mejor revela la clase de salida. Las características propias de este método de clasificación se resumen en su rapidez y buenos resultados, en contraste con otros algoritmos más complejos	(10)
Árboles	Random Forest	Está entre los métodos de clasificación supervisada más utilizados. Se trata de un algoritmo robusto y fácil de interpretar. Funciona haciendo particiones sucesivas en el espacio de variables buscando siempre la variable y el valor umbral de la misma que maximizan la homogeneidad de las particiones resultantes.	(11)

Para la aplicación de los algoritmos, se elaboraron *datasets* con datos demográficos y notas finales por cada semestre de la carrera de Computación de la ESPAMMFL, extraídos de la base de datos de la plataforma académica, correspondiente a los últimos 10 periodos académicos. Para inferir sobre el mejor (capacidad predictiva) de entre los cuatro algoritmos seleccionados, los autores del presente trabajo, han considerado cuatro métricas: precisión de predicción, estadística de kappa, F-Medida y el área bajo la curva ROC.

**Metodología**

Dentro del ámbito de la investigación predictiva, la metodología CRISP-DM, permite realizar experimentos con la aplicación de algoritmos-EDM. Esta metodología estándar, puede ser integrada con una metodología de gestión de proyectos específica, que complemente las tareas administrativas y técnicas que permitan cumplir con los objetivos del proyecto (12).

Las etapas comprendidas en esta metodología, son las siguientes:



**Ilustración 1.**

Etapas de la metodología CRISP-DM

1. Comprensión de los datos dentro del entorno educativo y la EDM.
2. Obtención de datos de los últimos 10 periodo académicos, de la base de datos del sistema de gestión académica respecto a los alumnos de la carrera de Computación de la ESPAMMFL.
3. Preparación de los *datasets*, aplicando normalización, tipificación y discretización de los datos requeridos (variables predictivas y supervisada).
4. Ejecución de los algoritmos-EDM sobre los *datasets* obtenidos.
5. Evaluar y validar los modelos y resultados de las ejecuciones realizadas.
6. Análisis y preparación de los modelos obtenidos para inferir similitudes y diferencias.

## Resultados

Considerando las siguientes variables predictoras: Fecha de Nacimiento, Sexo, Ciudad, Escuela Secundaria, Tipo de Escuela Secundaria, Nivel o Semestre, Subtotal del Promedio (antes de examen), Rendimiento (valor generado) y como variable supervisada el Estado (aprobado, reprobado o recuperación) se procedió a la preparación de los *datasets*; normalizando los datos, tipificando las variables y, en el caso del Rendimiento discretizandolo en cuatro clases (Insuficiente < 7, Aceptable < 8, Bueno < 9 y Excelente >= 9). En la etapa de modelamiento, luego de la ejecución de los cuatro algoritmos sobre los *datasets* preparados, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2.**  
Precisión detallada por clase de cada algoritmo

<pre> === Stratified cross-validation === === Summary === Correctly Classified Instances      787      67.6117 % Incorrectly Classified Instances    377      32.3883 % Kappa statistic                    0.5226 Mean absolute error                 0.2035 Root mean squared error             0.3282 Relative absolute error             59.9994 % Root relative squared error         79.7055 % Total Number of Instances          1164                     </pre>	<b>J48</b>	<pre> === Stratified cross-validation === === Summary === Correctly Classified Instances      738      63.4021 % Incorrectly Classified Instances    426      36.5979 % Kappa statistic                    0.4591 Mean absolute error                 0.219 Root mean squared error             0.3353 Relative absolute error             64.5806 % Root relative squared error         81.4326 % Total Number of Instances          1164                     </pre>	<b>Naïve Bayes</b>
<pre> === Stratified cross-validation === === Summary === Correctly Classified Instances      744      63.9175 % Incorrectly Classified Instances    420      36.0825 % Kappa statistic                    0.4611 Mean absolute error                 0.1804 Root mean squared error             0.4247 Relative absolute error             53.192 % Root relative squared error         103.1628 % Total Number of Instances          1164                     </pre>	<b>OneR</b>	<pre> === Stratified cross-validation === === Summary === Correctly Classified Instances      718      61.6838 % Incorrectly Classified Instances    446      38.3162 % Kappa statistic                    0.4356 Mean absolute error                 0.2094 Root mean squared error             0.3608 Relative absolute error             61.7257 % Root relative squared error         87.6244 % Total Number of Instances          1164                     </pre>	<b>Random Forest</b>

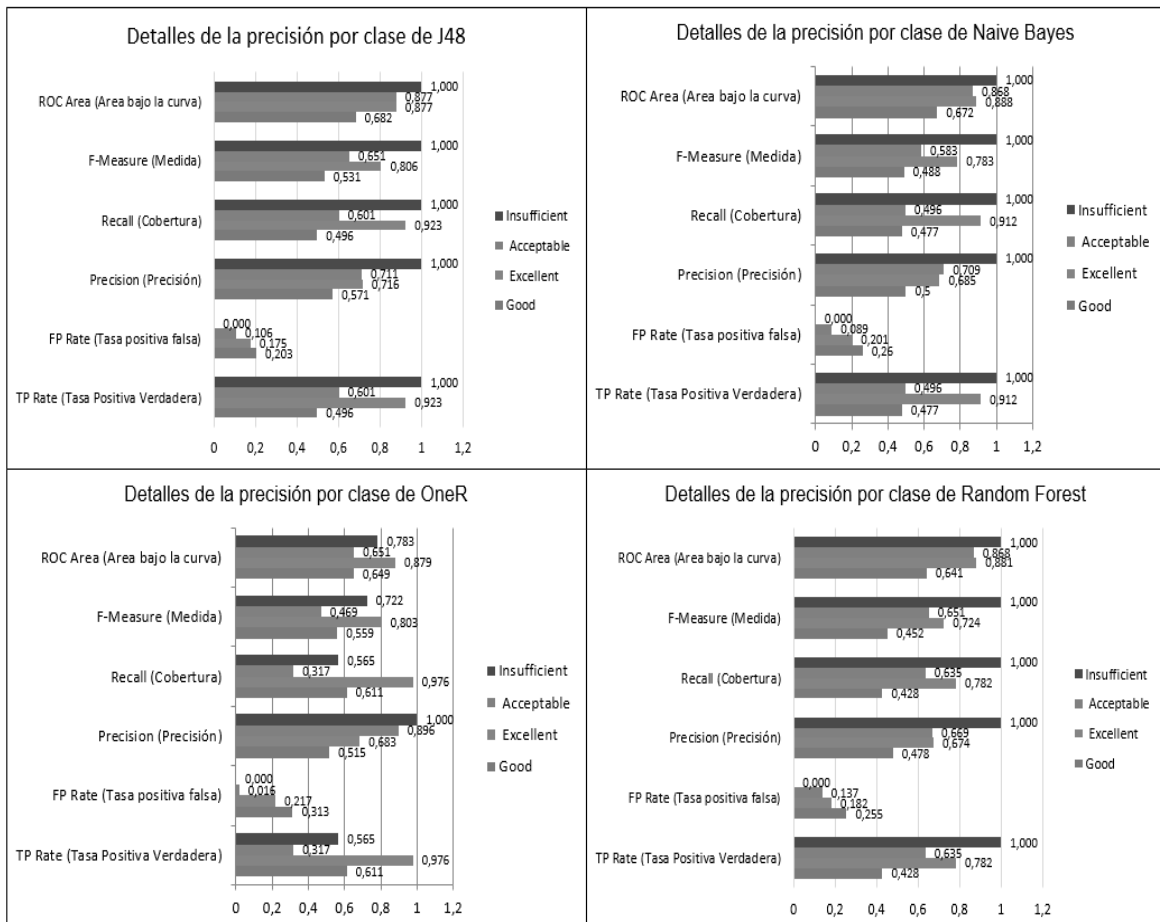
Respecto a la Tabla 2, resumen de la validación cruzada estratificada (stratified cross-validation), se puede observar que acorde a los porcentajes de las instancias clasificadas correctamente (Correctly Classified Instances), el valor más alto es el del J48 (67,6117%), luego el OneR (63,9175%), seguido por el Naive Bayes (63,4021%) y por último el Random Forest (61,6838%) lo que demuestra que el J48 clasificó de mejor forma los *datasets*. También podemos observar, que el grado de concordancia moderado es mejor en el J48 con un valor de 0,5226.

**Tabla 3.**  
Precisión detallada por clase de cada algoritmo

Detailed Accuracy By Class - J48								Detailed Accuracy By Class - Naive Bayes							
TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class		TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class	
0,496	0,203	0,571	0,496	0,531	0,682	Good		0,477	0,260	0,500	0,477	0,488	0,672	Good	
0,923	0,175	0,716	0,923	0,806	0,877	Excellent		0,912	0,201	0,685	0,912	0,783	0,888	Excellent	
0,601	0,106	0,711	0,601	0,651	0,877	Acceptable		0,496	0,089	0,709	0,496	0,583	0,868	Acceptable	
1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Insufficient		1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Insufficient	
Weighted Avg. 0,676 0,161 0,669 0,676 0,666 0,811								Weighted Avg. 0,634 0,184 0,633 0,634 0,623 0,808							

Detailed Accuracy By Class - OneR								Detailed Accuracy By Class - Random Forest							
TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class		TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class	
0,611	0,313	0,515	0,611	0,559	0,649	Good		0,428	0,255	0,478	0,428	0,452	0,641	Good	
0,976	0,217	0,683	0,976	0,803	0,879	Excellent		0,782	0,182	0,674	0,782	0,724	0,881	Excellent	
0,317	0,016	0,896	0,317	0,469	0,651	Acceptable		0,635	0,137	0,669	0,635	0,651	0,868	Acceptable	
0,565	0,000	1,000	0,565	0,722	0,783	Insufficient		1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	Insufficient	
Weighted Avg. 0,639 0,186 0,695 0,639 0,614 0,727								Weighted Avg. 0,617 0,190 0,610 0,617 0,611 0,794							



**Ilustración 2.**

Tabulación de la precisión detallada por clase de cada algoritmo

En la Tabla 3 e Ilustración 2, se observan los valores de la precisión detallada por clases (Detailed Accuracy By Class), donde se puede comprobar el comportamiento de cada algoritmo con los mismos *dataset* a la hora de clasificarlos. Considerando el promedio del área bajo la curva o ROC Área (Tabla 3), los valores de cada algoritmo son: J48 (0,811), luego el Naive Bayes (0,808), seguido de Random Forest (0,794) y por último el OneR (0,727).

### Discusión

Con base en las métricas de evaluación para hacer inferencia respecto a qué algoritmo genera mejores resultados respecto a la precisión, de la Tabla 4 (rendimiento de los cuatro modelos generados) consideremos de los resultados de la validación cruzada estratificada, la: Precisión de predicción, estadística de kappa, F-Medida y el área bajo la curva ROC.

**Tabla 4.**  
Métricas de evaluación

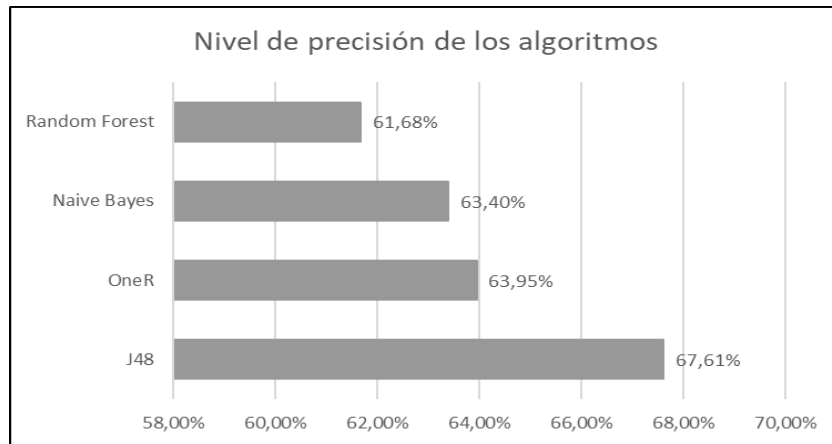
Métricas de Evaluación	J48	Naive Bayes	OneR	Random Forest
Instancias clasificadas correctas	787	738	744	718
Instancias clasificadas incorrectas	377	426	420	446
<b>Precisión de la predicción (%)</b>	<b>67,61</b>	<b>63,4</b>	<b>63,91</b>	<b>61,68</b>
<b>Estadística de Kappa</b>	<b>0,52</b>	<b>0,45</b>	<b>0,46</b>	<b>0,43</b>
Precisión	0,66	0,63	0,69	0,61
Cobertura	0,67	0,63	0,63	0,61
<b>F-Medida</b>	<b>0,66</b>	<b>0,62</b>	<b>0,61</b>	<b>0,61</b>
<b>Área Bajo la curva ROC</b>	<b>0,81</b>	<b>0,80</b>	<b>0,72</b>	<b>0,79</b>

Como se observa en la Tabla 4, los cuatro algoritmos de clasificación producen relativamente buenos resultados, mismos que son similares entre sí, el resultado más alto se obtiene por la clasificación del J48 el cual, presenta un porcentaje de precisión de la predicción de 67,61, lo que indica que de las 1164 instancias, 787 fueron clasificadas como correctas, es decir que el rendimiento académico de alrededor de 7 de cada 10 estudiantes se encuentra clasificado correctamente.

El coeficiente del estadístico de Kappa, obtenido por el J48 tiene el valor más alto de 0,52 lo que indica un valor aceptable de concordancia de las variables y entre más cercano al 1, la coincidencia de los datos es casi perfecta. La precisión y la cobertura se encuentran relacionadas, pero si la precisión aumenta la cobertura disminuye, en los resultados se puede notar que para el J48 aumenta la cobertura y para el OneR, disminuye mientras que en los demás se mantiene.

La bondad de los modelos presentada en la F-medida, demuestra ser confiable debido a que se encuentran cerca del 1 y mientras el valor se aproxime más al 1, mayor será la confiabilidad. Por último, de acuerdo al resultado del área bajo la curva ROC, todos los clasificadores tienen un nivel de exactitud aceptable debido a que superan el nivel mínimo de 0,50 y presentan valores próximos al nivel máximo de 1.





**Ilustración 3.**

Nivel de precisión de los algoritmos aplicados

Según la Ilustración 3, para el *dataset* (1164 registros) utilizado, los porcentajes de las instancias clasificadas correctamente para cada algoritmo, no demuestran una diferencia significativa, sin embargo, para este caso, el J48 obtuvo un mejor porcentaje de clasificación.

**Tabla 5.**

Cuadro comparativo de resultados de proyectos similares

INVESTIGACIONES	J48	Random Forest	OneR	Naive Bayes
Minería de datos en egresados de la Universidad de Caldas (10)	<b>92,04%</b>		84,83%	81,98%
Predicción del rendimiento académico aplicando técnicas de minería de datos de (13)	68,3%			<b>71,00%</b>
Un enfoque de minería de datos para identificar los factores que afectan el éxito académico de los estudiantes terciarios en Sri Lanka (8)	96,52%	<b>98,89%</b>		91,22%
Minería de datos aplicada a la predicción de Rendimiento Académico [Autores]	<b>67,61%</b>	61,68%	63,95%	63,40%

Realizando una comparativa de estos cuatro algoritmos, respecto a los resultados obtenidos en investigaciones similares, los resultados difieren muy poco, por ejemplo:

- Minería de datos en egresados de la Universidad de Caldas, con un dataset de 15494 registros, los resultados de forma descendente son: J48 (92,04%), OneR (84,83%) y Naive Bayes (81,98%).
- Predicción del rendimiento académico aplicando técnicas de minería de datos, con un dataset de 1547 registros, los resultados son: Naive Bayes (71,00%) y J48 (68,30%).
- Un enfoque de minería de datos para identificar los factores que afectan el éxito académico de los estudiantes terciarios en Sri Lanka: Random Forest (98,89%), J48 (96,52%) y Naive Bayes (91,22%).

### Conclusión

La minería de datos en el ámbito de la educación EDM, emplea técnicas como agrupamiento, construcción, clasificación, en las cuales existen un conjunto de algoritmos cuyas capacidades predictivas varían de acuerdo con el modelo y objetivos de la investigación.

En este artículo en concordancia con el objetivo, se ha realizado una comparativas entre los cuatro algoritmos (J48, Naive Bayes, OneR, Random Forest) más utilizados en la predicción de rendimiento académico, de los cuales para esta investigación y tomando en cuenta un grupo de variables específicas (predictoras), de los modelos obtenidos con el mismo *dataset*, el J48 es el que mejores valores obtiene respecto a las métricas: Precisión de predicción, estadística de kappa, F-Media y el área bajo la curva ROC. Sin embargo, cabe destacar que en este trabajo no se está concluyendo que el J48 es el mejor entre los comparados para todas las investigaciones similares, ya que según la Tabla 5, podemos observar que de otras tres investigaciones, en una coincide con el J48 y en las otras los valores son relativamente cercanos al mayor, por lo que se puede inferir que la capacidad predictivas de un algoritmos puede variar entre una investigación a otra, por motivos de especificidad de los datos y variables, por tal razón, es que usualmente en muchos artículos se utilizan más de un algoritmo para realizar análisis de minería de datos.

### Referencias

1. Berens J. Early Detection of Students at Risk - Predicting Student Dropouts Using Administrative Student Data and Machine Learning Methods †. 2018;0–32.
2. Miguéis VL, Freitas A, Garcia PJ V, Silva A. Early segmentation of students according to their academic performance: A predictive modelling approach. *Decis Support Syst* [Internet]. 2018;115(July 2017):36–51. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167923618301428>
3. Timarán R, Calderón A, Jiménez J. Aplicación de la minería de datos en la extracción de perfiles de deserción estudiantil. *Vent Informática*. 2013;(28):31–47.
4. Romero C, Ventura S. Educational data mining: A survey from 1995 to 2005. *Expert Syst Appl*. 2007;33(1):135–46.
5. Baker R, Yacef K. The state of educational data mining in 2009: A review and future visions. 2009;1(1):3–17. Available from: <https://jedm.educationaldatamining.org/index.php/JEDM/article/view/8>
6. García E, Romero C, Ventura S, De Castro C. A collaborative educational association rule mining tool. *Internet High Educ* [Internet]. 2011;14(2):77–88. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.07.006>
7. Al-Saleem M, Al-Kathiry N, Al-Osimi S, Badr G. Mining Educational Data to Predict Students' Academic Performance. *Lect Notes Comput Sci (including Subser Lect Notes Artif Intell Lect Notes Bioinformatics)*. 2015;9166:403–14.
8. Sanvitha K, Liyanage S, Bhatt C. A Data Mining Approach to Identify the Factors Affecting the Academic Success of Tertiary Students in Sri Lanka. *Springer vol 11.*, editor. 2018;11:179–97.

9. Díaz-barrios H, Alemán-rivas Y, Cabrera-hernández L, Morales-hernández A. Algoritmos de aprendizaje automático para clasificación de Splice Sites en secuencias genómicas. *Rev Cuba Ciencias Informáticas*. 2015;9(4):155–70.
10. Bedoya O, López M, Marulanda C. Minería de datos en egresados de la Universidad de Caldas. 2016;110–24. Available from: <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/800/1320>
11. Cánovas-García F, Alonso-Sarría F, Gomariz-Castillo F. Modificación Del Algoritmo Random Forest Para Su Empleo En Clasificación De Imágenes De Teledetección. *Apl las Tecnol la Inf Geográfica para el Desarro económico Sosten XVII Congr Nac Tecnol Inf Geográfica*, Málaga, 29, 30 junio y 1 julio 2016. 2016;359–68.
12. Chapman P, Clinton J, Kerber R, Khabaza T, Reinartz T, Shearer C, et al. Crisp-Dm 1.0. *Crisp Consort*. 2000;76.
13. Menacho-Chiok C. Predicción del Rendimiento Académico Aplicando Técnicas de Minería de Datos. *An Científicos*. 2017;78(1):26–33.

# 13

**Seguridad informática y sistemas de administración  
basada en ISO/IEC 27001 en la Facultad de Ciencias  
Informáticas de la Universidad Laica Alfaro de Manabí.**

José Antonio Bazurto Roldán  
Viviana Katiuska García Macías  
Denise Soraya Vera Navarrete

## **Seguridad informática y sistemas de administración basada en ISO/IEC 27001 en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.**

**Dr. José Antonio Bazurto Roldán**  
jose.bazurto@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Viviana Katiuska García Macías**  
viviana.garcia@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Denise Soraya Vera Navarrete**  
denise.vera@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### **Resumen**

La gestión de la seguridad de la información (SGSI) es fundamental en las Instituciones de Educación Superior (IES) puesto que ésta debe mantenerse disponible, íntegra y confidencial. El objetivo del trabajo es analizar la situación actual los sistemas de administración informáticos, la gestión del riesgo y el aseguramiento de información, aplicando la norma ISO/IEC 27001, y la evaluación del riesgo, aplicando la metodología MAGERIT. La unidad de análisis estuvo compuesta por 321 estudiantes de la Facultad de Ciencias Informáticas. Entre los hallazgos de la investigación se evidencia inseguridad informática en los laboratorios de esta Unidad Académica, mismos que podrían provocar daños irreparables a la información y a sus recursos informáticos. Además, el 35,4% manifestaron estar de acuerdo que la pérdida de información es altamente relevante, se comprueban falencias en el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos informáticos, y nula aplicación de algún SGSI; en general el 34,8% de la comunidad académica no están capacitados en seguridad informática, seguridad industrial y salud ocupacional, se prevé plantear una solución mediante una estructura de procesos aplicando procedimientos para el tratamiento del riesgo. Finalmente, se describen las conclusiones de la gestión del riesgo basándose en la norma y metodología indicadas.

**Palabras claves:** Gestión de proyectos, Metodología de gestión de proyectos informáticos.

### **Abstract**

The objective of this work is to determine the diagnosis of computer projects (DPI) by applying the project design methodology of the Polytechnic University of Catalonia (MDP-UPC), through which findings were detected in the formulation of IP, such as errors in the establish the design resources, which could cause the cancellation of projects and affect the organizational and / or professional image. The analysis unit was composed of 30 professionals working in the IT Department of the public and private sector of the Manta canton in projects of development and management of computer applications, infrastructure of networks and telecommunications, database, computer security, consulting and technical service. Because of the research, it was detected that 63.33% of the PIs have shortcomings in the identification and formulation of the problem, diagnoses and conflicts that are poorly posed; In general, 60% of the projects show an inadequately defined baseline. It was detected that the conflict occurs in the pre-feasibility stage; hence, it is expected to find a solution through the development of a process and procedure guide that allows the diagnosis and design of the project at the feasibility level according to the requirements of the clients.

**Key words:** Project management, Methodology it projects management.

## Introducción

### Introducción al problema

Según Villena (2006), citado por Aguinaga (2014), en los últimos 20 años el uso de las tecnologías, dentro de las organizaciones ha tenido una evolución y creciente dinámica, que le permiten optimizar el desarrollo de actividades y procesos de gestión, de apoyo y de producción, contribuyendo a mejorar la productividad empresarial y el crecimiento profesional de sus integrantes; sin embargo, esto ha desencadenado en contar con mayores volúmenes de información y activos que están expuestos a riesgos y vulnerabilidades ante las potenciales amenazas de las seguridades en el marco de la norma ISO/IEC 27001.

Para Villena (2006), con el incremento del uso las TICs en las organizaciones, les permite almacenar, mantener, transmitir y recobrar información; además se han aumentado también considerablemente la variedad y cantidad de amenazas que podrían afectar la confidencialidad, disponibilidad, auditabilidad e integridad de la información vital, el negocio y los clientes, lo que podría provocar graves pérdidas económicas, y de tiempo para la organización.

También es un hecho cierto la existencia de especialistas sobre TICs, dedicados a desarrollar para el bienestar de la comunidad nueva aplicaciones informáticas que ayudan a mejorar la calidad de vida de los seres humanos; sin embargo, también existen los llamados “Black Hat Hackers”, conocidos como Hacker de sombrero, quienes realizan actividades para vulnerar la seguridad de sistemas, violentar y extraer información restringida con fines monetarios; además, son creadores de virus, spywares y malwares. Por otro lado, los “Crackers” también forman parte de los Black Hat, aunque su objetivo además de insrustar virus, malware y robar datos o contraseñas para violentar software original de cualquier clase, también realizan actividades como la de KeyGen y de piratas informático (distribución de software con licencia como gratuitos). Es evidente los riesgos que implican guardar información en las computadoras de las organizaciones que pretenden contar con un respaldo informático que les genere confiabilidad y seguridad de sus activos; por ejemplo de conocimiento mundial es el caso de Julián Assange, que en el 2006 denunció mediante información de Edward Snowden un hacker profesional que ingresó a servidores del gobierno de los Estados Unidos y les difundió a través de la página WikiLeaks, allí reveló secretos sobre las guerras y los acuerdos que tiene esta nación que pregona la justicia y la democracia (Oliver, 2012).

Para Sema Group (2006), citado por De Fleitas y Vidalina (2009), estima que el propósito de la seguridad de la información consiste en mantener la continuidad de los procesos organizacionales que soportan los activos a resguardar. Así mismo se intenta minimizar el costo global de la ejecución de dichos procesos como las pérdidas de los recursos asignados a su funcionamiento.

Según Pessolani (2007), citado por De Fleitas y Vidalina (2009), expresa que existe la necesidad de contar con responsables de la seguridad de la información en las organizaciones, para que tomen conciencia del rol y deban contrastar los riesgos a los que están sometida sus activos. Además, la evaluación, análisis y tratamiento del riesgo permiten llevar el nivel de riesgo de los activos de la organización a valores aceptables.

En este sentido, los problemas asociados a la seguridad en redes alcanzan a todo tipo de organización. En particular, a IES quienes manejan grandes volúmenes de información que por su variedad e importancia la hacen blanco de potenciales ataques cibernéticos. Además, en estas instituciones se forman personas con habilidades que, mal dirigidas, pueden representar una amenaza todavía mayor y en este sentido la FACCI-ULEAM no escapa de esta realidad (De Freitas, Vidalina, 2009).

Universalmente, todas las organizaciones están en alerta, puesto que tiene la necesidad de realizar el análisis de riesgo y que la información sea integra y confiable para preservar la seguridad de la información, además están conscientes de utilizar protocolos de alta calidad que generen convicción en los activos de almacenamiento tecnológico empresarial que permitan la capacitación en el tema a todo su personal (Solarte, F., Enríquez, R., Benavides, M., 2015).

Las TICs son una necesidad actual, por tanto, los SGSI permiten la tranquilidad de quienes se desempeñan en las diferentes áreas estratégicas, operativas o de control, dentro y fuera de la organización. Específicamente, en las IES deben tener como prioridad el crecimiento de tecnologías que hagan factible controlar los servicios de forma eficiente, eficaz y efectiva; para ello, existen diferentes tipos de paradigmas de peritaje de SGSI. En este sentido, el modelo ISO / IEC 27001 hace posible la correcta utilización del patrón denominado TICs, necesario para aplicar, analizar, evaluar y actualizar de forma permanente la administración de la confianza informática.

También es importante entender la metodología MAGERIT, esta se la define como: “Una metodología que ha sido elaborada como respuesta a la percepción de la administración pública (y en general toda la sociedad) depende de forma creciente de los sistemas de información para alcanzar sus objetivos. Así, menciona que el uso de TICs supone beneficios evidentes para los ciudadanos; pero también da lugar a ciertos riesgos que deben gestionarse prudentemente con medidas de seguridad que sustenten la confianza de los usuarios de los servicios” (MAGERIT, 2018).

En la ULEAM específicamente FACCI, en el área de Laboratorios, no ha existido ningún plan de seguridad por lo que este trabajo estima sugerir la automatización de los procesos del análisis de riesgo informático y poder contar con políticas basadas en las normas ISO/IEC 27001 que salvaguarden la información y los activos de las áreas informáticas de la Unidad Académica. Teniendo en cuenta lo anterior es necesario contar con estrategias y medidas de seguridad de la información, con el fin de garantizar el funcionamiento adecuado de todos los sistemas y prevenir o eliminar las potenciales amenazas.

La FACCI tiene actualmente con aproximadamente 700 estudiantes, con 37 profesores y 14 empleados (Administrativo y servicio). Cuenta con un Centro que administra los laboratorios, salas de informática y sala de eventos; es el ente responsable de resguardar y custodiar también los servidores, y de la mayoría de los activos de suma importancia para el desarrollo de las actividades académicas. De allí la importancia de analizar y evaluar los riesgos a los que está expuesta la FACCI, para de esa manera poder gestionarlos y minimizar sus posibles impactos

### **Importancia del problema**

Hasta la fecha no se cuenta con una herramienta de SGSI que brinde en su totalidad servicios eficientes, en este sentido se debaten varias puntualizaciones y argumentos del recurso planteado. En este sentido, motiva la justificación del enfoque del SGSI basado en ISO 27001, para determinar el diagnóstico de la seguridad de información en la FACCI y en consecuencia determinar una solución adecuada para el problema-conflicto a formularse.

Al referirse a la información en el ámbito profesional, se representa a uno de los activos más importantes que maneja la FACCI como elemento básico para la prestación de servicios en una IES. En este sentido, la gestión de información e esta Unidad Académica es de vital importancia para la consecución de los objetivos institucionales de la ULEAM.

La FACCI al igual que cualquiera otra organización tiene activos críticos de información, dependiendo del impacto que le genera, el que un estudiante, profesor o personal administrativo o de servicios o

cliente externo pueda acceder, obtener, tratar o difundir la información de forma fraudulentamente o ilícitamente.

Así, la expectativa de impacto financiero-económico de la FACCI, se basa en la frecuencia y magnitud de probables incidentes de seguridad. Teóricamente, para esta Unidad Académica si no protege su información, el impacto financiero-económico es muy alto, puesto que la ocurrencia de amenazas genera impactos altos y crecen rápidamente.

## Metodología

La investigación realizada esta sobre la base de un estudio de campo, de nivel descriptivo. Los métodos teóricos aplicados fueron el deductivo e inductivo; así como, la síntesis y el análisis; para el enfoque empírico se aplicaron encuestas aleatorias estratificadas a un universo aproximado de 690 entre personal docente, administrativo y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas; el margen de error fue del 5% y un 95% de confiabilidad, la encuesta se aplicó en línea a través de un formulario de Google a la unidad muestral de 321 informantes; mediante el análisis de los resultados de la encuesta se pudo determinar la situación actual se la seguridad informática de los activos de la FACCI, además se aplicó la metodología de análisis de riesgos MAGERIT, aplicando controles de la norma ISO/IEC 27001 para determinar las vulnerabilidades y amenazas ajustada y adaptada a los requerimientos particulares de la unidad de análisis.

Asimismo, el levantamiento de información se hizo mediante un instrumento semi-estructurado con escala tipo Likert con respuestas de ocho ítems en niveles de acuerdo-desacuerdo coherentes al marco investigativo, se la estructuró en cuatro dimensiones parametrizados. En el diseño del instrumento participaron siete expertos; además, los resultados y variables de la encuesta fueron validados mediante el sistema estadístico SPSS versión 24 en términos de confiabilidad, contenido y constructo; la misma se adaptó a los requerimientos de la investigación con base en la metodología establecida por Bazurto-Roldán (2018).

La investigación también se enmarcó en el enfoque cualitativo-cuantitativo, fue estática en un corte temporal, separando particularidades, también fue de tipo descriptiva con tendencias generales en la relación problema-conflicto-solución a los hallazgos identificados. La información recopilada mediante trabajo de campo y sus insumos aportaron en la validez de los resultados.

El propósito de este trabajo buscó analizar los riesgos a los cuales están sometidos los activos de información de la FACCI. El desarrollo operativo se realizó en tres fases: la primera, una investigación documental, la segunda en una investigación de campo y la tercera el análisis, evaluación y tratamiento del riesgo de los activos.

La investigación documental permitió el estudio del problema con el propósito de desarrollar el conocimiento de su naturaleza, en base a la norma ISO/IEC 27001, información y datos facilitados por las autoridades de la FACCI. Además, mediante la investigación de campo permitió realizar un análisis sistemático de los problemas con el propósito de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar la relación causa-efecto-consecuencias y predecir ocurrencia de los riesgos y amenazas (De Freitas, Vidalina, 2009).

Para la evaluación del riesgo de los activos es imprescindible gestionarlos, ya sea aplicando guías informales, aproximaciones metódicas o herramientas de soporte para objetivar el estudio sobre la base de seguridad o inseguridad de los activos (Magerit-v3, 2015).

Según Hiles (2004), la gestión del riesgo, por lo general contempla el cálculo del riesgo, la estimación de su impacto en la FACCI y la probabilidad de ocurrencia, posteriormente se establecen procesos para reducir la frecuencia de ocurrencia. Además, el desconocimiento de los riesgos de sus activos de

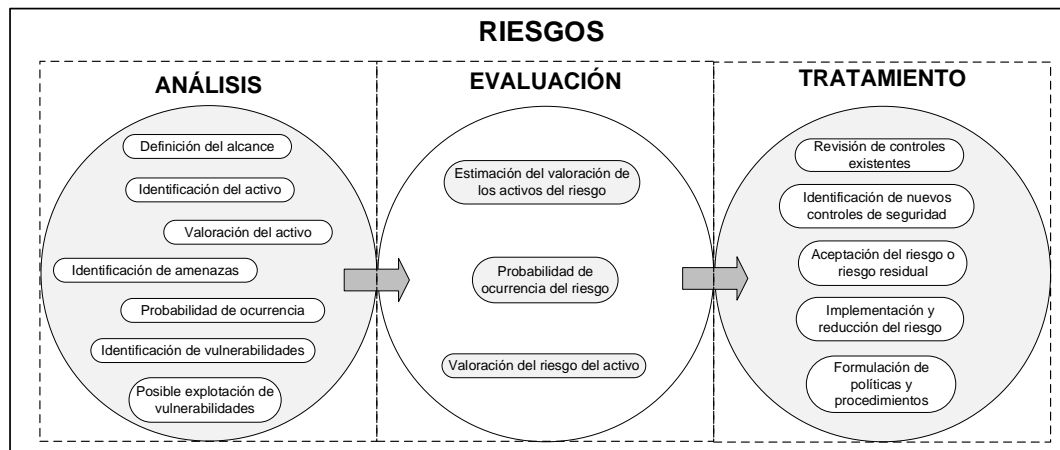


información, difícilmente se estaría preparado para evitar su posible ocurrencia, por ello es importante conocerlos para crear controles que permitan disminuir o eliminar su probabilidad de ocurrencia.

Para desarrollar la gestión de riesgo, la ISO 27001:2007 se definió el alcance del estándar de la FACCI para identificar todos los activos de información. Además, los activos fueron valorados, esto permitió identificar su impacto. Posteriormente, se realizó el análisis para determinar qué activos están bajo riesgo. Los resultados obtenidos contribuyeron a la toma de decisiones relativas a qué riesgos reconoció la FACCI y qué controles serán establecidos para mitigar el riesgo (Alberts, C. y Dorofee, A., 2003). En este sentido, a las Autoridades de la Unidad Académica le corresponderá revisar los controles frecuentes a sugerirse para su aplicación, esto permitirá asegurar su adecuación y eficacia. Sin embargo, se deberán controlar los niveles de riesgos aceptados y el estado del riesgo residual, es decir es el riesgo que aún subsiste después del tratamiento.

Por lo tanto, el objetivo final de la evaluación de riesgos es realizar el cálculo de las amenazas a los activos de información, con vistas a seleccionar los controles ISO 27001 adecuados para mitigar los riesgos.

Finalmente, después de revisar los diferentes métodos, metodologías y herramientas existentes, se propone el siguiente esquema de análisis y evaluación de riesgos (Figura 1).

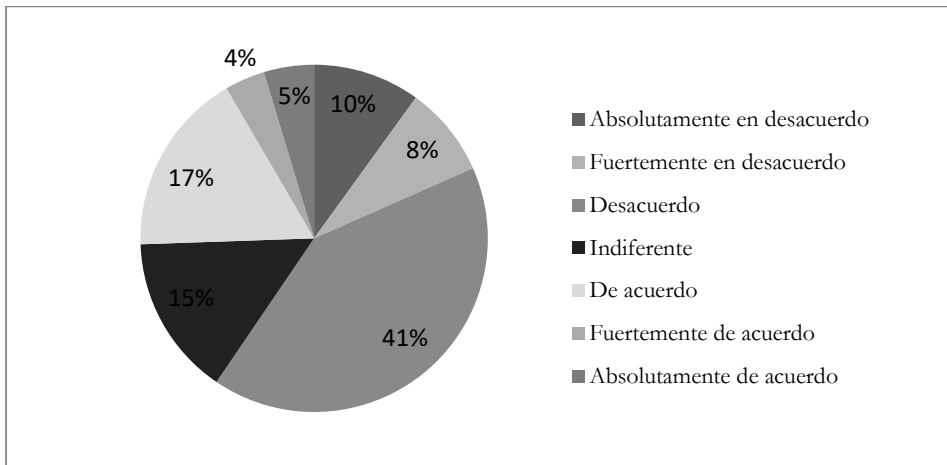


**Gráfico 6.**

Caracterización esquemática del análisis y evaluación del riesgo  
**Fuente:** Elaboración autores a partir de (De Freitas, Vidalina, 2009)

## Resultados

Como resultado del trabajo de campo, se determinó que el 41% están en desacuerdo con la seguridad informática en las instalaciones de la FACCI; un 15% está absolutamente en desacuerdo, aunque para el 15% es indiferente la existencia de la seguridad informática en las instalaciones.

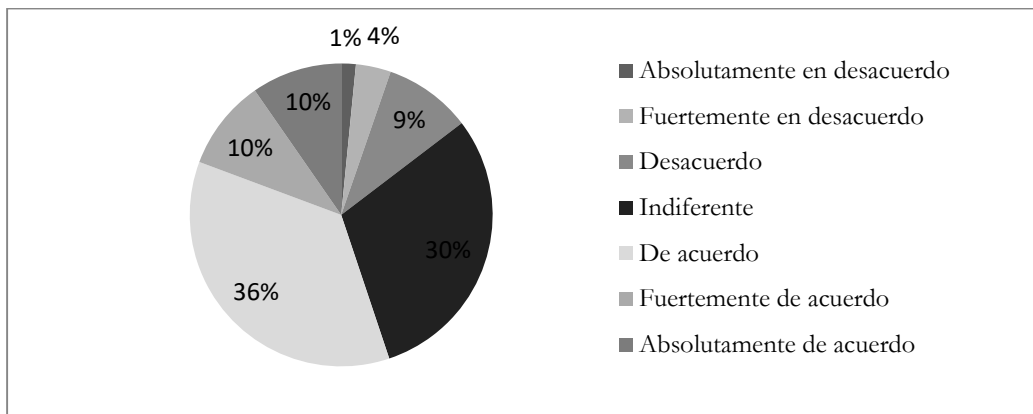


**Gráfico 7.**

Seguridad informática en instalaciones de la FACCI

**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018

En cuanto a la relevancia en la pérdida de información en la FACCI, el 36% está de acuerdo, para un 30% es indiferente (preocupa este índice), y un 10% expresan estar fuertemente y absolutamente de acuerdo.

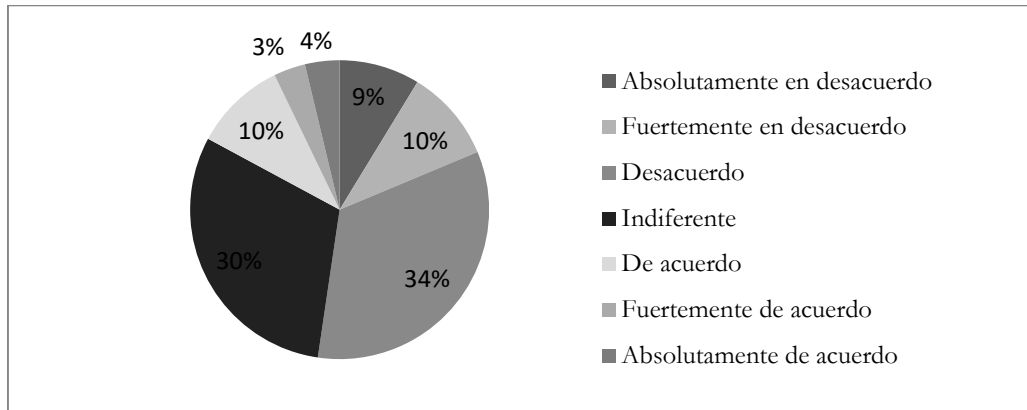


**Gráfico 8.**

Relevancia en la pérdida de información en la FACCI

**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018

En relación a la disponibilidad de un SGSI en la FACCI, el 34% está en desacuerdo, para el 30% es indiferente, un 10% está de acuerdo y un 10% manifiestan estar fuertemente en desacuerdo. Puede notarse la coherencia resultante entre las variables “relevancia en la pérdida de información en la FACCI” y “disponibilidad de un SGSI en la FACCI”.

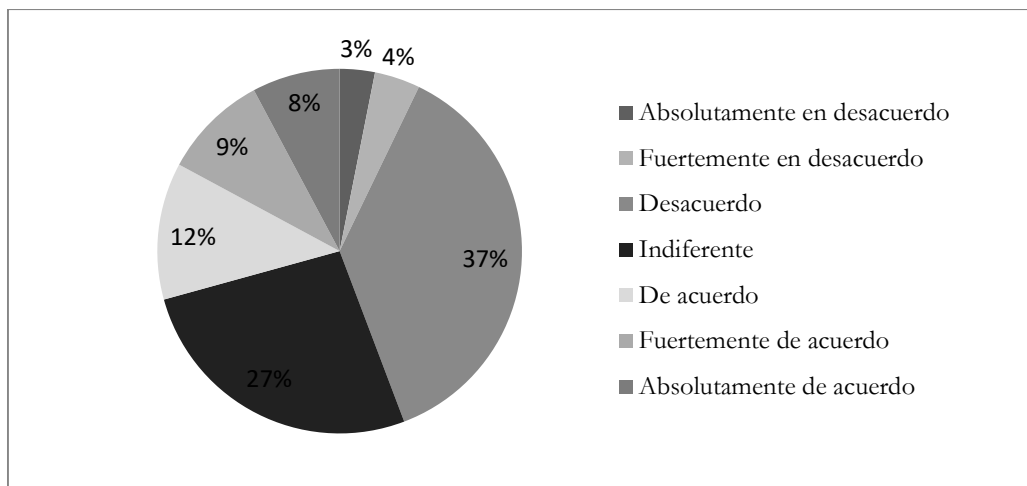


**Gráfico 9.**

Disponibilidad de un SGSI en la FACCI

**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018

Respecto a la implementación de medidas de seguridad física e informática a los activos de la FACCI, el 37% manifestó estar en desacuerdo, el 27% expresó su indiferencia, un 12% está de acuerdo, un 9% está fuertemente de acuerdo y 8% revela estar absolutamente de acuerdo.



**Gráfico 10.**

Implementación de medidas de seguridad física e informática a los activos de la FACCI

**Fuente:** Resultados de la encuesta, autores, Ecuador, 2018

Finalmente, en relación a procedimientos normativos, aproximadamente apenas el 14% estiman que la FACCI cuenta con políticas; así como, el 16% manifestó que la FACCI realiza Auditorías para determinar qué, cuándo, cómo y quién realiza acciones de amenazas sobre el sistema o equipos en el ámbito de la seguridad informática. Y el 3% afirman que es obligatorio el uso de las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEM-ISO/IEC 27000 para la Gestión de Seguridad de la Información tal como lo establece la Secretaría Nacional de la Administración Pública (SNAP). En resumen, puede notarse que los criterios más comunes y frecuentes de las variables analizadas son las opciones de indiferencia y desacuerdos; y lo más relevante es que la suma global de sus índices fluctúa entre 56% y 67%.

## Discusión

Con la finalidad de dar cumplimiento al objeto de estudio, se realizó el proceso de evaluación del riesgo para obtener el diagnóstico de línea base, el cual permitió validar el análisis de riesgo informático a los recursos informáticos y activos en general de la FACCI. Los resultados obtenidos permitieron auscultar las debilidades de salvaguardar la información; también, se evaluó mediante la aplicación de la metodología MAGERIT la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y vulnerabilidades. En el desarrollo de esta investigación se integró a los estudiantes al grupo de investigadores, se aplicó el ciclo DEMING (PDCA) como un marco versátil aplicada en una Unidad Académica de IES para asegurar el mejoramiento continuo. Se estima que de esta manera se podría contribuir a mantener la información con alta disponibilidad, integración y confiabilidad.

Previo al análisis de riesgos, se partió determinando las ponderaciones cualitativas y cuantitativas de la valoración del riesgo, y para el efecto se establecieron la estimación de probabilidades de la valoración de los riesgos y el impacto. Tal es así, que se definieron las variables cualitativas (alto-medio-bajo) y cuantitativas (De 0 a 10 puntos de afectación o impacto).

Posteriormente, se realizó el levantamiento de un catastro de activos de la FACCI; además, se estableció un catálogo de amenazas sobre la base de un listado que recopila las principales amenazas estimadas en ellos análisis de riesgos, tomado del catálogo de amenazas de MAGERIT (MAGERIT, 2018).

En este sentido, el análisis de riesgo informático para Alexander (2007, p. 53), uno de los objetivos del análisis de riesgo fue identificar los riesgos en base a la identificación de los activos, amenazas y vulnerabilidades. En ese sentido, se definió el alcance del modelo del análisis de riesgo, inicialmente establecido mediante la metodología MAGERIT en la definición del alcance de la evaluación del riesgo en la FACCI de la ULEAM. Esta Unidad Académica, cuenta con un área administrativa-servicios y un área académica para desarrollar sus procesos de gestión, de apoyo y los agregadores de valor para el logro de sus objetivos. La FACCI cuenta físicamente con oficinas administrativas, salas de profesores y estudiantes, aulas, laboratorios de informática, redes, electrónica, física entre otros; para el efecto los usuarios que hacen uso de sus infraestructuras son el personal docente, administrativo y estudiantes.

En la identificación de activos, también se definió su alcance; entre los activos identificados, se detectaron los siguientes activos de información vitales clasificados conforme a la clasificación de la ISO /IEC 27001:

- Activos de información; datos, manuales de usuario, informes, inventarios y catastros entre otros
- Documentos físicos: convenios marco, convenios específicos, tesis de grado.
- Activos de software: de aplicación, de sistemas, antivirus, entre otros.
- Activos físicos: computadoras, servidores, medios magnéticos, enrutadores, access point, sistema de CCTV, entre otros.
- Comunidad universitaria: personal académico, administrativo y de servicio, estudiantes, usuarios en general de la comunidad universitarias interna y externa.
- Imagen: institucional, organizacional, misión, visión, políticas, objetivos, plan estratégico y plan operativo anual.

- Servicios: al estudiante (gestión académica y administrativa), académicos (docencia, biblioteca, laboratorios, salas de reuniones, auditorio, entre otros), administrativos (gestión de talento humano, planificación, servicios), investigación y de apoyo (archivo, atención al usuario, conserjería, aso estudiantil, aso de profesores, comunidades, redes, entre otros).

Una vez determinado el alcance y la identificación de activos, se procedió a la valoración de los activos en términos de importancia a la gestión académica y administrativa de la FACCI. Para Alberts y Dorofee (2003), la valoración de activos es un factor de mucha importancia en la evaluación del riesgo. La valoración se la asignó de forma apropiada en términos de probabilidad e importancia aplicando una escala de valor a los activos y posteriormente se la relacionó de manera apropiada. Y, para la valoración de su impacto en relación a su confidencialidad, integridad y disponibilidad, se utilizó la escala cualitativa son indicadores de: alto, mediano y bajo. Así, Previo a la identificación de amenazas, se realizó la valoración de activos; en este sentido una amenaza es la existencia de algún mecanismo, que activado, permite explotar una vulnerabilidad (Hiles, A. , 2004). Además, Hiles (2004) y Barnes (2001), coinciden que una amenaza puede causar daño a un activo si está asociada a una vulnerabilidad en el sistema, aplicación o servicio. Por consiguiente, los incidentes detectados coinciden simultáneamente con las vulnerabilidades y amenazas, afectando la operación de la FACCI.

También, mediante reuniones efectuadas con las personas encargadas de los activos (funcionarios responsables de los activos y laboratorios), se identificaron hallazgos con potenciales amenazas por cada activo conforme a la clasificación de la ISO /IEC 27001. (Ver tabla 1).

**Tabla 7.**  
Catálogo de amenazas de los activos de la FACCI

Catálogo de amenazas de MAGERIT	Catálogo elaborado por equipo investigador	
Corte de suministro eléctrico, por falla de sistema eléctrico.	Personal no autorizado, insuficiente conocimiento en manejo del equipo.	Daño de equipo por inadecuada manipulación.
Pérdida de datos por error de hardware.	Escaso de mantenimiento preventivo y correctivo.	Pérdida económica por robo de activo.
Pérdida de datos por error de software.	Falta de actualización de software (proceso y recursos)	Uso inadecuado del equipo.
Pérdida de información por error de usuario.	Mal manejo de sistemas y herramientas.	Daños del hardware por altas temperatura o humedad.
Abuso de privilegios de acceso.	Infección de virus a través de unidades portables.	Condiciones inadecuadas de temperatura o humedad.
Inestables niveles de voltage.	Extravío de equipo, unidades de almacenamiento, etc.	Inexistencia de informes del departamento eléctrico.
Ataques de contraseñas por personal no autorizado.	Manejo inadecuado de datos críticos (codificar, borrar, etc.)	Piratería de licencias de software.
Errores del administrador al instalar programas.	Falta de privilegios y restricciones del personal.	Mala configuración de equipos.
Vulnerabilidades de los programas.	Acceso electrónico no autorizado a sistemas externos.	Hacking informáticos: robo de datos, cracking de contraseña Wi-Fi, colocación del malware.
Errores de configuración al realizar mantenimiento correctivo y preventivo	Daños del hardware por mal uso de equipos.	Daño del hardware por contaminación de polvo.
Desastres naturales	Robos de equipos.	Mala manipulación del activo.

**Fuente:** Combinación (Magerit-v3, 2015) y resultados del trabajo de campo, autores, Ecuador, 2018

Los antecedentes descritos, permiten establecer que la valoración de activos de acuerdo al impacto es desalentadora; así pues, el impacto sobre los datos e información es del 80% muy alto, el de los servicios es un 67% bajo, el del software es un 25% muy alto específicamente sobre los gestores de

Bases de Datos, en el hardware un 20% (dispositivos de respaldos y servidores); en cambio, el impacto sobre las comunicaciones es un 33% muy alto (servicios de internet), sobre las instalaciones 100% muy alto. De esta manera se estima una alta probabilidad de que la FACCI idealmente tendría una operación ineficiente en el desarrollo de sus servicios.

Además, en la FACCI mayormente los riesgos se las clasificó en zonas de alto a muy alto riesgo (dependencias físicas), por lo tanto deberían ser tratados con disciplina, control riguroso; las mismas se las debe asociar con el funcionamiento normal del hardware y de las redes de comunicaciones de datos, identificándose la disponibilidad del servicio de los dispositivos físicos esenciales para la operación efectiva de los procesos, y operar con frecuente las aplicaciones (software) para procesar información y accesibilidad a los datos e información académica y administrativa.

También, la mayoría de las amenazas con probabilidad de ocurrencia es la interrupción del servicio eléctrico; del mismo modo, otro de los riesgos detectados es la filtración de información ante eventuales interceptación no autorizada de información, violentando la confidencialidad de datos transmitidos, probablemente por falta de mecanismos de encriptación o cifrado en la comunicación en el acceso web a los diferentes servicios y uso de software de uso institucional.

Por otra parte, el software de uso ofimático y el hardware que no es de procesamiento de información se lo encasilló en una zona de bajo riesgo, pues tienen muy bajo impacto en la operación de los procesos de la FACCI. Es permisible establecer como medianas las posibilidades de ocurrencia de desastres naturales que afecten las instalaciones, también se evidencia escaso personal de vigilancia, cámaras de control con mediana cobertura y/u operación permanente, y sobretodo el constante acceso a áreas críticas de personal no autorizado (personal académico y administrativo). En cuanto a la probabilidad de ocurrencia de amenazas y el impacto financiero-económico que pudiese ocasionar a la FACCI, se pudo establecer una alta probabilidad de ocurrencia con un alto número de probables incidentes que pueden sufrir los activos identificados, y de sobremanera sin ningún tipo de contingencias preventivas, correctivas o de tratamiento. Sin embargo, el factor de coincidencia de ocurrencia de las amenazas es bajo.

En lo relacionado a la identificación de vulnerabilidades, este es un problema potencial con alta amenaza para ocasionar daños a los activos de la organización. Se estima podría generarse la vulnerabilidad del sistema, a la aplicación o los servicios. Sin embargo, el personal encargado de los laboratorios de Informática retroalimenta constantemente las seguridades de acuerdo a sus posibilidades con los escasos recursos con que cuentan, de esta manera mitigan o controlan las posibles explotaciones que pudiera tener cada amenaza relacionada con los activos.

Por otro lado, el proceso de evaluación del riesgo permitió determinar requerimientos del estándar para implementar a futuro con un SGSI. Esto contribuiría al desarrollo de una evaluación de riesgo para comparar los riesgos estimados contra los criterios de riesgo establecidos o dados, para determinar el grado de importancia del riesgo. De esta manera se identificaría y evaluarían los riesgos calculados mediante una combinación de valores de activos y niveles de requerimientos de seguridad.

También, se pudo constatar que existe insuficiente control para salvaguardar la información, tal es así que las computadoras con Windows XP utilizadas para acceso a la información tiene la función de servidor, esta no cuenta con contraseñas y usuarios invitados. Tampoco cuenta con suficiente seguridad de acceso con privilegios. Otro de los hallazgos detectados es que el sistema de antivirus de la información no cuenta con licencia formalizada; tampoco se cuenta con políticas formales aprobadas por entes reguladores en la FACCI para actualización o instalaciones de nuevos programas.

Finalmente, para la FACCI, encontrar la protección apropiada para sus activos es una gran deficiencia, puesto que emplean SGSI subjetivos o lo aplican empíricamente, y que por lo general los resultados no

han sido altamente favorables y adecuados. Por lo tanto, los resultados obtenidos permiten contar con la radiografía real y actual del problema-conflicto definido sobre la seguridad de información de la FACCI y de esta manera seleccionar las opciones más viables para el proyecto solución y poder dar el tratamiento de riesgo apropiadas para esta Unidad Académica de la ULEAM.

### Conclusión

Con los antecedentes expuestos, se concluye que todos los activos de información de la FACCI son de alto riesgo, con los cuales habría que identificar sus respectivos controles sobre la base del Anexo “A” de las normas ISO 27001. También debe complementarse este control con un tratamiento de los riesgos de la información con previa selección de objetivos de control y controles apropiados que justifiquen los resultados de la evaluación del riesgo y tratamiento del riesgo. De forma urgente, se debe implantar un plan de mitigación de los riesgos encontrados en los activos de información tales como servidores de correo y servicios de Internet entre los principales.

Además, la evaluación de riesgo aplicando la metodología MAGERIT y la seguridad informática y sistemas de administración basado en ISO/IEC 27001 en la FACCI, permitió identificar y ponderar los riesgos a los cuales los sistemas de información y sus activos están expuestos, además se identificó y seleccionó los controles apropiados. Se pudo evidenciar las amenazas y probabilidades de ocurrencia de sus activos, la evaluación del riesgo basado en los valores de los activos y en los niveles de los requerimientos de seguridad con los controles actuales. La FACCI deberá promover y garantizar la implantación, operación, monitoreo y evaluación de la ISO/IEC 27001. Toda la comunidad de la FACCI está consciente y tiene pleno conocimiento de la importancia de los activos con que cuentan para la oferta académica y el desarrollo de los procesos de gestión, de apoyo y de los procesos agregadores de valor. Los activos que manejan datos críticos para la FACCI son de gran importancia para preservarlos. La selección de los controles debe justificarse sobre la base de las conclusiones obtenidas de esta investigación; finalmente, la existencia de la gran variedad de métodos para el cálculo de riesgos de activos de información, es una buena opción para seleccionar el que más se adapte a las características de la FACCI como Unidad Académica de una IES.

### Referencias

- Alberts, C. y Dorofee, A. (2003). *Managing Information Security Risk*. Boston: Pearson Education.
- Alexander, A. (2007). *Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad de Información. Óptica ISO 27001:2005*. . Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A.
- Barnes, J. (2001). *A guide to business continuity planning*. London: Wiley.
- Bazurto-Roldán, J. (2018). *Metodología para la gestión de proyectos de inversión en la administración pública basada en la norma ISO 10006, el PMBOK, y las Metodologías de diseño de proyectos y SENPLADES: Caso de estudio Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador*. Tesis de grado Doctoral. Universidad Internacional Iberoamericana. México. San Francisco de Campeche, Campeche.
- De Freitas, Vidalina. (2009). Análisis y evaluación del riesgo de la información: caso de estudio: Universidad Simón Bolívar. Scielo, 6(1), 43-55. Recuperado el 04 de septiembre de 2018, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-7](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-7)
- Hiles, A. . (2004). *Business continuity best practices*. Rothsein Associates. Inc.
- International Standard ISO/IEC 27001. (2005). *Information technology — Security techniques — Information security management system— Requirements*. (Primera Edición ed.).
- International Standard ISO/IEC 27002. (2005). *Information technology — Security techniques — Code of practice for information security management*. (Primera Edición ed.).

- ISMS International User Group. (2012). <http://www.iso27001certificates.com/>.
- MAGERIT. (2018). <http://administracionelectronica.gob.es>. Recuperado de [http://administracionelectronica.gob.es/ctt/verPestanaDescargas.htm?idIniciativa=184#.U48C7PI\\_](http://administracionelectronica.gob.es/ctt/verPestanaDescargas.htm?idIniciativa=184#.U48C7PI_)
- Magerit-v3. (2015). ISO 27001: Evaluación y tratamiento de riesgos. En *MAGERIT*.
- Oliver, M. C. (2012). El caso WikiLeaks como piedra de toque de la democracia deliberativa de Jürgen Habermas. *DILEMATA (Revista Internacional de Éticas Aplicada)*, 123-151.
- Samaniego, H., Pascual, A. (2016). Validación de un instrumento de investigación como parte del desarrollo de un modelo de gestión empresarial. *Revista Científica ECOCIENCLA*, 3(6), 1-16. Recuperado el 30 de junio de 2017
- Solarte, F., Enríquez, R., Benavides, M. (2015). Metodología de análisis y evaluación de riesgos aplicados a la seguridad informática y de información bajo la norma ISO/IEC 27001. *Revista Tecnológica ESPOL*, 493-507.
- Villena, M. (2006). *Sistema de Gestión de seguridad de información para una compañía de Seguros*. Tesis para optar por el título de Ingeniero Informático. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, Lima. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/933>



# 14

**Desarrollo de software aplicando metodologías ágiles.**

César Eduardo Cedeño  
Edison Ernesto Almeida  
Viviana Katiuska García Macías

## Desarrollo de software aplicando Metodologías Ágiles.

**Mg. César Eduardo Cedeño Cedeño**  
cesar.cedeno@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Edison Ernesto Almeida**  
edison.almeida@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Viviana Katuska García Macías**  
viviana.garcia@live.uleam.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### Resumen

El objetivo de siguiente artículo es análisis, resultante de un diagnóstico inicial, para el desarrollo de software, aplicando las diferentes metodologías de procesos ágiles, utilizadas por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Informáticas (FACCI) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), como alternativa de desarrollo de un proyecto integrador de saberes; ello, permitirá la mejora en la gestión de procesos de enseñanza académica de esta Institución de Educación Superior. El diagnóstico abarcó paralelos del séptimo nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas donde se imparte la asignatura de proyecto integrador II e ingeniería en software, se evaluaron 40 proyectos integradores en el área de la informática disertados en los periodos 2017(1), 2017(2) y 2018(1). Como resultado de la investigación se determinó que el 60% de los proyectos aplicó la metodología Scrum, el 20% programación extrema, el 15% modelo Crystal y un 5% utilizó el modelo de desarrollo de software adaptativo; con base a los resultados el tribunal compuesto por el cuerpo docente estableció que el modelo de procesos ágiles técnicamente más adecuada para el desarrollo de aplicaciones informáticas de gestión de procesos académicos de la ULEAM es el Scrum, puesto que permite resolver eventos predictivos y adaptativos.

**Palabras claves:** gestión de proyectos, metodologías ágiles, software.

### Abstract

The objective of this article is to determine the diagnosis in software development by applying the different methodologies of agile processes used by the students of the Faculty of Computer Science (FACCI) of the Laica Eloy Alfaro de Manabí University (ULEAM) as an alternative for the development of an integrating project of knowledge, with the purpose of improving the management of academic teaching processes of this Institution of Higher Education. The diagnostic analysis included parallels of the seventh level of the Systems Engineering course, where the subject of integrative project II and software engineering is taught, 40 integrative projects in the area of information technology were evaluated in the periods 2017 (1), 2017 (2) and 2018 (1). As a result of the research it was determined that 60% of the projects applied the Scrum methodology, 20% extreme programming, 15% Crystal model and 5% used the adaptive software development model; Based on the results, the tribunal composed of the faculty established that the agile process model technically best suited for the development of computer applications for management of academic processes of the ULEAM is the Scrum, since it allows to solve predictive and adaptive events.

**Keywords:** project management, agile methodologies, software.

## Introducción

Según Pedroza Barrios (2013), las metodologías de desarrollo ágil, pese a su evolución (mediados de la década de 1990) reaccionan contra las metodologías estructuradas y estrictas. Así, en el año 2001, se mejoraron los modelos del desarrollo de software basados en procesos; además, el término “Métodos Ágiles” se lo definió como técnicas alternativas a las metodologías formales, como reemplazo de las metodologías pesadas y rígidas por su carácter normativo, y alta dependencia en planificaciones detalladas previas al desarrollo. Actualmente, se las conoce como Alianza Ágil, promueve el desarrollo rápido de aplicaciones.

Según Goñi A., Ibáñez J., Iturrioz, J. y Vadillo J.A. (2012), las metodologías de desarrollo de Software permiten articular diferentes tópicos de la ingeniería del software de enfoque clásico, moderno y las metodologías de desarrollo ágil en las orientaciones para el proceso de desarrollo de Software en el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA). Para el efecto se establece la planificación, la obtención de requerimientos, análisis, diseño, implementación, pruebas y evaluación.

La principal diferencia entre un proceso ágil y uno tradicional se encuentra en la orientación a la entrega de valor, el apoderamiento de los individuos a la reflexión constante sobre la forma de hacer el trabajo, a las características de adaptación a medida de los proyectos, sencillez, fácil aprendizaje y aplicación. El trabajo deberá ser continuo e indefinido a través de ciclos de mejora en el tiempo de la misma manera como el aprendizaje a través de cada uno de los ciclos como resultado de la experiencia ganada para mejorar la toma de decisiones.

Las metodologías de desarrollo ágil son más orientadas a procesos de desarrollo de software de unas cuantas semanas de desarrollo y con bajos niveles formales en la documentación solicitada. En conclusión, se prioriza a los individuos y a las interacciones más que a los procesos y a las herramientas, al sistema operando y no a la documentación detallada acorde al plan definido.

### Introducción al problema

En las Instituciones de Educación Superior (IES), la evaluación de aprendizajes, constituyen una actividad compleja, que implica una constante crítica, reflexiva y orientada a la construcción significativa de conocimientos. En las carreras tecnológicas, específicamente las que abordan el estudio de sistemas de información triangulan las actividades de docencia-investigación-vinculación proyectados al perfil profesional-laboral.

En la Facultad de Ciencias Informáticas (FACCI) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) para lograr la conexión con el campo profesional-disciplinario, se incorporan en las clases de la asignatura Proyecto Integrador II, situaciones reales de dominio técnico, académico y científico, con la finalidad de adaptarse al análisis basado en problemas que desencadena la búsqueda del proyecto solución ante la identificación del problema de un entorno situacional que genera conflicto en un área de una organización.

La FACCI ha desarrollado una serie de líneas estratégicas para desarrollar proyectos integradores de saberes de las asignaturas de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de forma transversal y matricial. Para el efecto, asignatura Proyecto Integrador II fundamenta filosóficamente el desarrollo de los proyectos en el paradigma del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) (Savery, John R., 2006). Asimismo, la asignatura de Proyecto Integrador II se imparte en el séptimo nivel de la carrera, en este nivel los conocimientos técnicos de los estudiantes en las asignaturas de especialización tienen un alto grado de madurez de conocimientos en Ingeniería del Software, Programación Básica, Programación Orientada a Objetos, Estructuras de Datos y Algoritmos, entre otras.

Se ha podido detectar dificultades de los estudiantes al integrar conocimientos para el desarrollo de proyectos integradores, de sobremanera al desarrollar Software aplicando metodologías ágiles, para el efecto se estima determinar la situación diagnóstica aplicando la metodología ABP y las metodologías ágiles (Goñi A., Ibáñez J., Iturrioz, J. y Vadillo J.A., 2012); trabajos con enfoque similares identifican similar problemática utilizando metodologías ágiles (Letelier P. y Penadés M.C., 2013) y ABP (Sánchez P. y Blanco C. , 2012) para asignaturas de ingeniería del software.

En este artículo se presenta un marco de trabajo basado en las prácticas del uso de las metodologías ágiles para el desarrollo de Software, en la misma se evidencia la influencia en la generación de especificaciones con claridad, sin ambigüedades, consistente y compacta para el comportamiento del desarrollo de un sistema (Merchán, L., Urrea, A., Rebollar, R., 2008). Las metodologías ágiles son utilizadas en la asignatura de Proyecto Integrador II desde la concepción de la idea, su proceso de elaboración, hasta concretar la presentación para su aprobación formal del proyecto, requisito necesario para la aprobación de la asignatura. De tal forma que, la aplicación de metodologías ágiles para el desarrollo de Software, tiene como objetivo determinar el diagnóstico en el Desarrollo de sistemas informáticos en la FACCI, en los periodos 2017(1), 2017(2) y 2018(1) con la evaluación de 40 proyectos integradores.

Es un requisito utilizar también técnicas de aprendizaje colaborativo en el desarrollo del proyecto integrador en el marco de la metodología ABP. Se la concibe como una actividad a realizar en equipos de tres o cuatro estudiantes. Sin embargo, uno de los principales obstáculos para el éxito del trabajo cooperativo es que los estudiantes no cuentan con herramientas o habilidades básicas para la cultura y hábito de toma de decisiones y desarrollar una documentación efectiva promoviendo el reparto de tareas. Con el objeto de disminuir esta problemática, se determinó que los estudiantes apliquen metodologías fáciles de entender. Una de las metodologías sugeridas es SCRUM (Rubin, Kenneth S., 2012), es una de la más popular entre las metodologías ágiles.

### **Importancia del problema**

El desarrollo de soluciones informáticas en el ámbito de aprendizaje educativo no está exento de problemas habituales propio de su proceso, estos problemas tradicionales se conjugan con otros conflictos al utilizar una serie de metodologías que no son adecuadas para el proceso de desarrollo de software en la asignatura de proyecto integrador II. En este trabajo se han identificado problemáticas específicas detectados en los proyectos formulados y socializados por los estudiantes de séptimo nivel, en los mismos aplicaron metodologías ágiles.

Poole (2009) define el desarrollo ágil “como aquel que, en comparación con el desarrollo tradicional, provee beneficios de mayor flexibilidad, retorno de inversión más alto, realización más rápida del retorno de la inversión, más alta calidad, (y) mayor visibilidad” (Poole, D., 2009). El desarrollo ágil no sólo ha determinado diferentes metodologías Scrum, XP, ASD, Crystal, entre otras, sino que también ha brindado técnicas y herramientas aplicables independientes de las metodologías, pero en la mayoría de los casos no son adaptable a las buenas prácticas en la asignatura de proyectos integradores II, por lo tanto, se requiere un estudio que defina el uso de una metodología acorde a las necesidades y tiempo de desarrollo que poseen los estudiantes en la asignatura referida.

La metodología ágil, es un modo de desarrollo adaptable, predictivo que está orientado a las personas, más que a los procesos y emplea el modelo de construcción incremental basada en iteraciones y revisiones.

La elaboración del proyecto integrador se constituye en un proceso de construcción de conocimientos que puede caracterizarse de la siguiente manera:

- Evolución paulatina en sus requerimientos y en su funcionalidad;
- Los tiempos de elaboración son acotados a la reglamentación y condiciones del espacio curricular;

- El proceso de elaboración del proyecto es incremental;
- Hace énfasis en la integración de conocimientos previos y en la introducción de novedades tecnológicas.

Por lo expuesto, es factible aplicar las prácticas de la metodología Scrum en el diseño, desarrollo, monitoreo, evaluación y gestión del proyecto integrador.

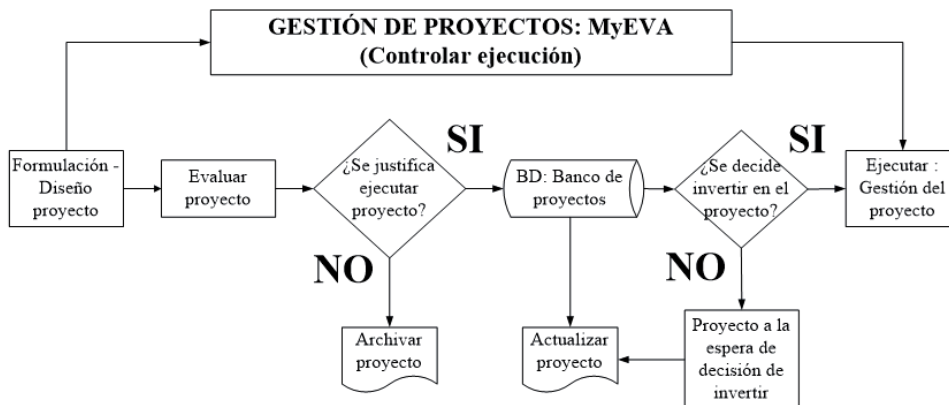
Finalmente, en esta propuesta se incluyeron aportes de la data empírica para realizar el estudio, cuyos resultados contribuyen al interés de la comunidad científica. Se hizo mención a varios factores como originalidad, oportunidad del estudio, entre otros factores. De igual forma, existe el interés de los docentes de Carrera de Ingeniería en Sistemas de la FACCI.

### Metodología

La investigación se basó en un estudio de campo, teniendo varios cortes temporales de tipo estático, se determinó particularidades del proceso de desarrollo del proyecto integrador; también, el nivel de estudio es descriptivo. Por otra parte, la información se recopiló mediante el PEA y de los lineamientos y normativas tipificadas en el Silabo y del Plan Analítico de la Asignatura, mismas que aportan insumos para la validez de los resultados.

De igual forma, el diseño metodológico permitió puntualizar las actividades desarrolladas para el logro del objetivo de esta investigación. Se revisó la literatura relacionada con las metodologías ágiles. Conceptualmente, la investigación inició como descriptiva, lo que permitió el posterior análisis, de 40 proyectos integradores desarrollados en el período 2017(1), 2017(2) y 2018(1) en el séptimo nivel de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la FACCI. Para el análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva sobre los resultados más relevantes de la línea base de proyectos integradores, de la caracterización del tipo de proyectos integradores específicos genéricos, de las metodologías ágiles aplicadas en el desarrollo de software, de las calificaciones para la evaluación de desempeño académico; así también, del análisis de los criterios para establecer la capacidad para formular proyectos informáticos genéricos-específicos (Fases de inversión y pre inversión), y del análisis de los aspectos académico-investigativos.

En la preparación del proyecto integrador, se estimó verificar la identificación de la idea de proyecto, hasta el comienzo de la etapa de análisis; así como, determinar alternativas técnicas y culminar el diseño a detalle aplicando las metodologías ágiles. Para el efecto, se aplicó un conjunto de procesos para formular el proyecto integrador (Gráfico 1) (Bazurto-Roldán, J., Millán, I., 2012).



**Gráfico 1.**

Proceso de formulación y validación de la gestión de proyectos

Fuente: (Bazurto-Roldán, J., Millán, I., 2012), 2018

Para FUNIBER-UNINI (2012), la aplicación de la teoría de sistemas fundamenta en el desarrollo de metodologías de Gestión de Proyectos. Posteriormente, para la validación de los resultados se empleó

el sistema informático estadístico SPSS versión 24. La metodología aplicada en este trabajo fue también de tipo exploratorio en 40 proyectos de desarrollo de Software aplicando metodologías ágiles. La misma se desarrolló en las siguientes etapas:

- Revisión de antecedentes de la utilización de metodologías ágiles en la formulación, diseño, desarrollo, monitoreo y evaluación de proyectos.
- Revisión de estrategias aplicadas en la asignatura Proyecto Integrador II.  
Socialización y disertación pública, centrada en la elaboración del proyecto de titulación

Desarrollo de proyectos integradores orientados a aplicar las prácticas de las metodologías ágiles en el diseño del proyecto integrador II.

## Resultados

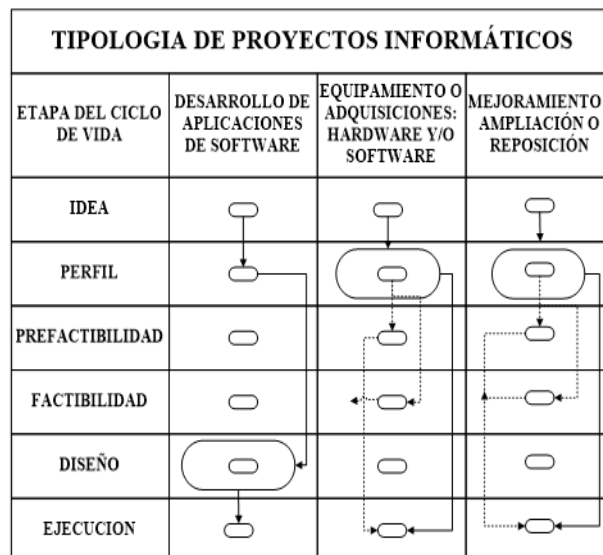
Durante el horizonte de estudio, se estableció que la línea base de proyectos integradores desarrollados durante los periodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1) fueron aproximadamente 120, en la tabla 1 se muestra la línea base caracterizada por paralelos y períodos.

**Tabla 1.**  
Línea base de proyectos integradores: periodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

Nivel	Paralelo	2017-1	2017-2	2018-1	No. Proyectos	Proporción
<b>Séptimo</b>	A	21	20	22	63	52,5%
	B	19	18	20	57	47,5%
<b>Total</b>					<b>120</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

De conformidad al ciclo de vida de los proyectos, las tipologías de proyectos informáticos según el MIDEPLAN (2011), lo determinan en tres tipologías: aplicaciones de desarrollo de software, equipamiento o adquisiciones de hardware-software y mejoramiento, ampliación o reposición de hardware-software (Gráfico 2).



**Gráfico 2.**

Tipología de proyectos informáticos.

**Fuente:** (Bazurto-Roldán, J., Millán, I., 2012) a partir de (MIDEPLAN, 2011), Ecuador, 2018.

Por otro lado, en los lineamientos para los proyectos de vinculación de la Facultad de Ciencias Informáticas (FACCI) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de la Manabí (ULEAM), al Departamento de Vinculación de la ULEAM (2016) y de conformidad a lo establecido por el SENESCYT, (2011) los proyectos de la FACCI se

enmarcan en el campo amplio y específico de TIC; siendo su campo detallado, el uso de computadoras, diseño y administración de redes y base de datos, desarrollo y análisis de software. Además, se evidencian coherencias entre las tipologías de proyectos informáticos con el área de ciencias, la sub área de informática con los campos: concepción de sistemas, programación informática, procesamiento de datos, redes, sistemas operativos y elaboración de programas informáticos. Así, que sobre la base de los antecedentes establecidos, en la asignatura de Proyecto Integrador I y II, en concordancia con Vinculación con la sociedad, el programa se lo denominó Gestión de Proyectos de Sistemas Informáticos, y sus proyectos específicos genéricos se los postuló como Desarrollo de sistemas informáticos, Infraestructura, Base de Datos, Seguridad Informática, Servicios, Consultoría y Asesoría Informática y Emprendimiento. De los cuáles el proyecto genérico específico Desarrollo de sistemas informáticos nos sirvió de base para el objeto de esta investigación.

En la Tabla 2 se muestra la caracterización del tipo de proyectos específicos genéricos de los periodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1).

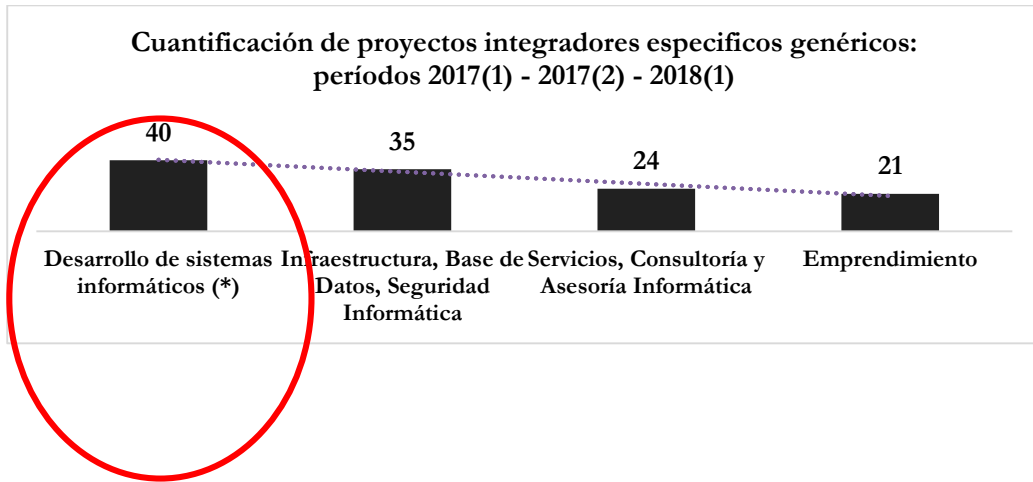
**Tabla 2.**

Caracterización-tipo de proyectos integradores genéricos: periodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

Tipo de proyecto informático específicos genérico	Paralelo				Total relativo	
	A	B	A (%)	B (%)	A-B	A-B (%)
<b>Desarrollo de sistemas informáticos (*)</b>	22	18	33,3%	33,3%	40	33,3%
<b>Infraestructura, Base de Datos, Seguridad Informática</b>	20	15	30,3%	27,8%	35	29,2%
<b>Servicios, Consultoría y Asesoría Informática</b>	15	9	22,7%	16,7%	24	20,0%
<b>Emprendimiento</b>	9	12	13,6%	22,2%	21	17,5%
Total de proyectos	<b>66</b>	<b>54</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>120</b>	<b>100,0%</b>
	<b>120</b>					

(\*) Proyectos integradores casos de estudio

Del total de proyectos integradores postulados en los períodos indicados, para el caso de análisis nos centramos en los de Desarrollo de sistemas informáticos; además en el gráfico 3 se detallan los proyectos integradores por tipo.



**Gráfico 3.**

Cuantificación de proyectos integradores específicos genéricos: períodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

Del total de proyectos integradores desarrollados, 40 corresponden al desarrollo de sistemas informáticos en los cuáles se aplicó las Metodologías ágiles para el desarrollo de software. En la tabla 3 se muestran el detalle del tipo de metodología ágil utilizada.

**Tabla 8.**

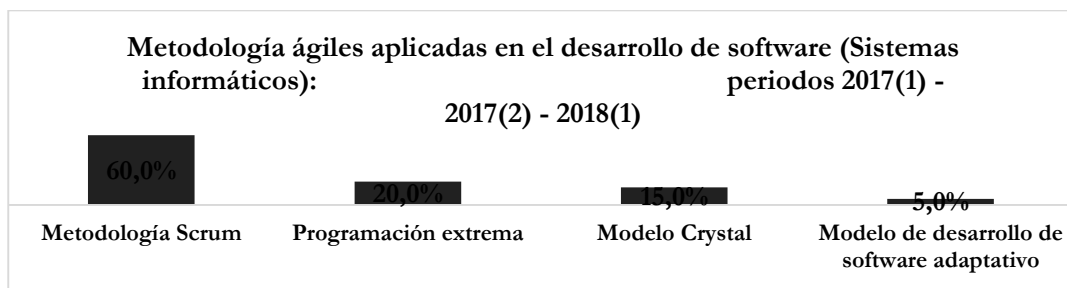
Metodologías ágiles aplicadas en el desarrollo de software de los proyectos integradores

Tipo de proyecto informático genérico	Indices parciales				Total relativo	
	A	B	A (%)	B (%)	A-B	A-B (%)
<b>Metodología Scrum</b>	13	11	59,1%	61,1%	24	60,0%
<b>Programación extrema</b>	4	4	18,2%	22,2%	8	20,0%
<b>Modelo Crystal</b>	4	2	18,2%	11,1%	6	15,0%
<b>Modelo de desarrollo de software adaptativo</b>	1	1	4,5%	5,6%	2	5,0%
Total de proyectos	<b>22</b>	<b>18</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>40</b>	<b>100,0%</b>

40

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

En el gráfico 4 se puede apreciar los porcentajes por tipo de metodologías ágiles aplicados a los proyectos integradores en el desarrollo de software.



**Gráfico 11.**

Cuantificación de proyectos integradores específicos genéricos: períodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018



Se evidencia que en el 60% de los proyectos se aplicó la metodología Scrum, en el 20% programación extrema, en el 15% el modelo Crystal y en el 5% se utilizó el modelo de desarrollo de software adaptativo.

Además, se estimó que para la presentación y socialización pública de los proyectos integradores se los realizó ante un tribunal compuesto por los profesores del Área técnica de la FACCI. Como resultado de la presentación pública de los proyectos integradores se determinó también un diagnóstico sobre la capacidad para formular proyectos informáticos genéricos-específicos en las Fases de inversión y pre inversión. En este sentido se determinó los siguientes resultados sobre la base de 10 criterios definidos cualitativa y cuantitativamente ponderados; así, en la tabla 4 se muestran los resultados del diagnóstico.

**Tabla 9.**

Diagnóstico: Capacidad para formular proyectos informáticos genéricos-específicos (Fases de inversión y pre inversión)

Criterios	Calificación ponderada	
	Puntaje Base = 10	Ponderación
1 Realizar análisis para identificar tipo de proyectos genéricos-específicos según requerimientos acorde al problema central.	7,00	9,71%
2 Reconocer información significativa, para formular y sistematizar requerimientos del proyecto y la sistematización de problemas	6,00	8,32%
3 Buscar y coordinar las relaciones causa-efecto y medio-fines relevantes para la descripción de los requerimientos y la estructura analítica del proyecto integrador	7,00	9,71%
4 Analizar datos en el flujo de información para la estructura del documento del proyecto integrador.	9,50	13,18%
5 Presentar información para la toma de decisiones según el tipo de proyecto integrador	8,00	11,10%
6 Aplicación de metodología ágiles de forma adecuada	8,60	11,93%
7 Evidencian trabajo en equipo	6,00	8,32%
8 Relacionan teoría con práctica	7,00	9,71%
9 Lenguaje profesional, utilizando el vocabulario técnico apropiado	7,00	9,71%
10 Evidencia investigación en general sobre el tema	6,00	8,32%
Total / 100	<b>72,10</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

En general, los resultados promedio del diagnóstico sobre la capacidad para formular proyectos informáticos genéricos-específicos integradores fue de 7,21 sobre un máximo de 10; se evidencian mejores resultados en los criterios de análisis datos en el flujo de información para la estructura del documento del proyecto (9,5/10), en la aplicación de metodología ágiles de forma adecuada (8,6/10) y en la presentación de la información para la toma de decisiones según el tipo de proyecto integrador (8/10).

Otro componente importante que se determinó tanto en el desarrollo como en la presentación documental y socialización pública de los proyectos integradores fueron los aspectos académico e investigación relativos a los aportes evidenciados en el desarrollo de Software aplicando metodologías ágiles, se presentan en la tabla 5.

**Tabla 10.**

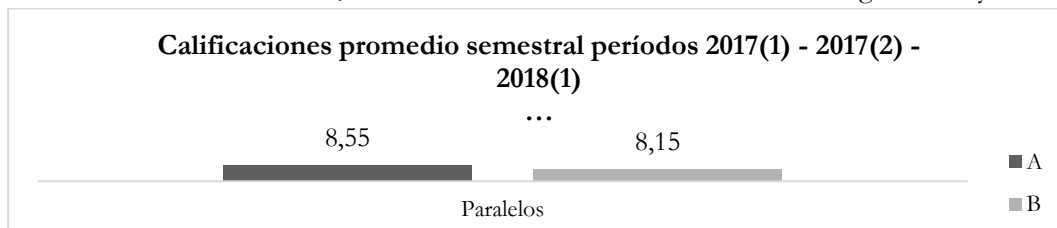
Aspectos académicos y de investigación: aportes y evidencias en el desarrollo de Software

Aspectos académico-investigación: aportes y evidencias	Puntaje			Total estudiante s / proyecto integrador
	Cualitativo	Muy bueno	Bueno	
Cuantitativo	3	2	1	
Sistema adecuado de evaluación: Viabilidad y factibilidad	8	18	14	40
Desarrollo de competencias	22	16	2	40
Capacidad de trabajo en equipo	4	33	3	40
Actitud participativa	12	24	4	40
Trabajo autónomo	3	14	23	40
Comunicación asertiva	10	18	12	40
Toma de decisiones en situaciones reales	8	22	10	40
Auto aprendizaje e investigación	5	12	23	40
Desempeño profesional: autoevaluación	11	15	9	35
Incentivar interés y motivación	2	29	9	40
Relacionar contenidos y visión integral	6	18	16	40
Relacionar teórica-práctica	8	14	18	40
Comprender contenidos teóricos	9	15	16	40
Empleo de herramientas y utilitarios de gestión de proyectos	11	12	17	40
Total general Cualitativo-cuantitativo	<b>119</b>	<b>260</b>	<b>176</b>	
Total general ponderado: cuantitativo	357	520	176	<b>1053</b>
Total general ponderado: cuantitativo (Relativo)	<b>33,90</b>	<b>49,38</b>	<b>16,71</b>	<b>100,00%</b>
	%	%	%	

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

Los resultados relacionados a los aspectos académicos y de investigación que aportan y se evidencian en el desarrollo de Software de los proyectos integradores se parametrizaron de forma cualitativa en muy bueno, bueno y malo; y de forma cuantitativa se lo ponderó con 3 (Muy bueno), 2 (bueno) y 1 (malo): Del total de 40 proyectos integradores conformados por grupos de 3 o 4 estudiantes según el caso, en general se determinó que el desempeño del mismo fue bueno (49,38%); sin embargo es un poco preocupante el desempeño en el aspectos académicos y de investigación puesto que aproximadamente un tercio (33,9%) fue muy bueno.

Finalmente, todo este proceso del desarrollo de los proyectos integradores aplicando metodologías ágiles en el desarrollo de software conllevó a una calificación final, la misma que sirvió para evaluar el desempeño académico y el logro de aprendizajes de los periodos 2017(1), 2017(2) y 2018(1) en la FACCI-ULEAM. En este sentido, los resultados alcanzados se muestran en los gráficos 5 y 6.

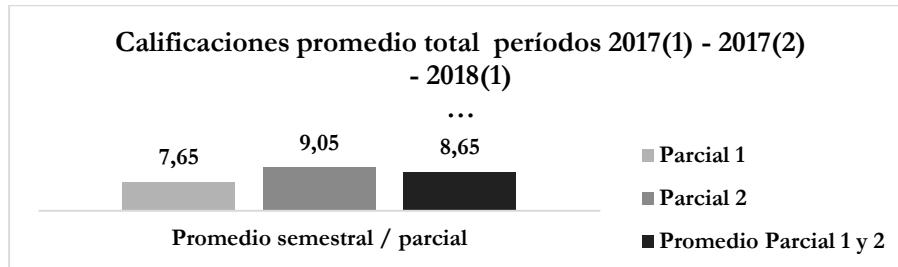


**Gráfico 12.**

Cuantificación de proyectos integradores específicos genéricos: períodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

Se puede apreciar que las calificaciones promedio alcanzada en el semestre por los estudiantes en el desarrollo integral de los proyectos integradores aplicando las metodologías ágiles fue superior a 8 puntos sobre diez.



**Gráfico 13.**

Cuantificación de proyectos integradores específicos genéricos: períodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)

**Fuente:** Registro de proyecto integradores, autores, Ecuador, 2018

En el balance general, las calificaciones promedio total de los períodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1) en el séptimo nivel en los paralelos A y B fue de 8,65 puntos sobre el máximo de 10. Se puede apreciar una excelente mejoría del primer al segundo parcial, pasando de 7,65 a 9,05 puntos sobre el máximo de 10.

### Discusión

Sobre la base de los resultados obtenidos se puede evidenciar que el promedio general de los proyectos integradores que se desarrollan en la FACCI en periodos académicos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1), es 40 proyectos informáticos. Básicamente, los mismos son desarrollados por 3 o 4 estudiantes según el número de estudiantes matriculados por paralelos en el séptimo nivel de la Carrera de Ingeniería en Sistemas en la ULEAM. Del promedio total de proyectos integradores desarrollados en los períodos indicados, el 33,3% corresponden a proyectos genéricos específicos sobre Desarrollo de sistemas informáticos o Software (40), distribuidos en los paralelos A (55 %) y B (45%); los proyectos son propuestos por los estudiantes y deben cumplir con requisitos de originalidad, aporte a la comunidad, factibilidad, innovación integración de saberes transversales y matriciales de las asignaturas de las carreras. Estas tareas académicas que forman parte del currículo y de la malla de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la FACCI incentivan y generan mayor interés por investigar y aprender de parte de los estudiantes; además, les permite demostrar el avance de los conocimientos de lo teórico a lo práctico.

También, el desarrollo de proyectos integradores de desarrollo de Software aplicando metodologías ágiles está orientada a generar experiencias de aprendizaje que facilitan a los estudiantes poder incrementar la madurez de conocimientos que contribuye a la formación profesional y al desarrollo de habilidades laborales en diferentes escenarios del conocimiento, hasta llegar a implicarse y desarrollar la significación y subjetivación del saber, desarrollando hábitos de lectura y abordaje de la realidad; además, le permite contextualizar transversalmente aplicada a la realidad. Esto le permite también plantearse una trayectoria de aprendizaje que contribuye a las diferentes unidades de análisis que integran el currículo de cada una de las asignaturas de la Carrera de Ingeniería en Sistemas de la FACCI.

Específicamente, las metodologías ágiles más utilizadas en el desarrollo de proyectos integradores de desarrollo de Software son la Metodología Scrum (60%), Programación extrema (20%), Modelo Crystal (15%) y el Modelo de desarrollo de software adaptativo (5%). En todos los casos utilizan el análisis de requerimientos del proyecto para identificar el problema o necesidad central, se observa la delimitación y descripción clara de los detalles de todos los requerimientos del proyecto, el problema central se lo identifica, así como las variables definidas interactúan de forma sistémicas.

Otro hallazgo importante, es que determinan con claridad las relaciones causa-efecto (sistematización del problema a solucionar) y medio-fines (sistema proyectar del proyecto solución), una adecuada y completa descripción de los requerimientos con detalles para determinar la estructura analítica del proyecto integrador. Por otro lado, se evidencia la aplicación del enfoque cuantitativo-cualitativo de forma coherente tipificados acordes a las metodologías ágiles y procesos de su aplicación acorde al ciclo de vida del proyecto.

En cuanto a la aplicación de la Metodología Scrum (60%), los estudiantes expresaron que es flexible para el desarrollo de los proyectos integradores de software. Parte de la funcionalidad de mayor valor para el cliente abarcando los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación. Además, permite el desarrollo del proyecto mediante la iteración. Asimismo, le permite en cualquier instante realinear el software con cambios funcionales en el inicio de cada nueva iteración sin dificultades. En general, esta metodología es una tendencia a la Gestión de proyectos. Además, se revelan y estudian metodologías para gestionar y desarrollar proyectos de desarrollo de software, de esta manera se evidencia la vinculación entre la metodología SCRUM y la gestión de proyectos.

Sobre la aplicación de la programación extrema (20%), los estudiantes manifestaron que le permite incrementar la productividad en el desarrollo del proyecto integrador de software, permite disminuir procesos, es adaptativa en la previsibilidad. Además, consideran que se pueden hacer cambios de requisitos con facilidad sobre la marcha. En general, estiman que esta metodología les permite desarrollar los proyectos integradores de software con simplicidad, comunicación fácil y les permite reciclar de forma continua los códigos, es decir, consideran que la programación extrema es una aplicación lógica.

En cuanto a la aplicación del Modelo Crystal (15%) para desarrollar los proyectos integradores de software, pese a que es menos extrema que las metodologías anteriores, sin embargo, los estudiantes las aplican según la tipología de proyectos y organizaciones, en especialmente en proyectos de grandes empresas; es decir les permite particularizar cada tipo de proyecto. Los estudiantes manifiestan que ayuda cuando es alta cantidad de desarrolladores involucrados, flexible en el ciclo de vida del desarrollo del proyecto, y de sobremanera les permite codificarse con colorimetría. Finalmente, aplicando el Modelo de desarrollo de software adaptativo (5%) en los proyectos integradores, los estudiantes comentan en sus experiencias, que este modelo les proporciona un marco para el desarrollo iterativo incremental de sistemas grandes y complejos con el uso de prototipos. Es compatible con las aproximaciones secuenciales en cascada, pero en entornos conocidos. Además, les permite una adaptación continua en los procesos de desarrollo.

En cuanto al diagnóstico sobre la capacidad para formular proyectos informáticos genéricos-específicos en las Fases de inversión y pre inversión desarrollando proyectos integradores aplicando metodologías ágiles en general, resulta complicado mostrar los resultados obtenidos en cada actividad de evaluación teniendo en cuenta que el planteamiento inicial recoge tres productos entregables que han sido evaluados. Uno corresponde al Informe o memoria técnica del proyecto, otro al producto o Software y la socialización o defensa pública del proyecto integrador. Este diagnóstico, determina que aproximadamente el 30% de los criterios tienen calificaciones inferiores a 7 sobre la base de 10 puntos.

Es decir, se detecta dificultad para reconocer información significativa, para formular y sistematizar requerimientos del proyecto y la sistematización de problemas, así como debilidad para trabajar en equipo, y no es muy significativo el aporte investigativo en general. En cambio, se nota alta fortaleza para analizar datos en el flujo de información para la estructura del documento del proyecto integrador y de sobremanera se evidencia la aplicación de metodologías ágiles de forma adecuada.

En lo relacionado al análisis de aspectos académico e investigación en función de aportes y evidencias en el desarrollo de Software del proyecto integrador aplicando metodologías ágiles, este es bueno. Los aspectos que se destacan en este nivel de calificación son: la capacidad de trabajo en equipo, interés y motivación por aplicar metodologías ágiles, actitud participativa que apoya la toma de decisiones en situaciones reales. Finalmente, los resultados obtenidos de las calificaciones ponderadas del desarrollo de proyectos integradores de Software aplicando metodologías ágiles son muy buenas, es decir alcanza el promedio de 8,65 puntos sobre 10.

### **Conclusión**

Las metodologías ágiles confrontan a las metodologías tradicionales de desarrollos de Software orientados a la documentación y centrados en los procesos. Así, esta permite sintetizar la capacidad de respuesta y simplificar procesos. La finalidad de usar metodologías ágiles de software que permitan gestionar los proyectos informáticos de una manera más eficiente parte de la necesidad de diseñar y desarrollar aplicaciones informáticas en los niveles donde se imparten las asignaturas de Proyecto Integrador I y Proyecto Integrador II en la FACCI; se ha determinado con esta investigación seleccionar cual sería el mejor método para perfeccionar los procesos académicos y la vinculación inter-académica entre las asignaturas que interactúan en la integración de saberes.

Producto del análisis de los datos correspondientes, a un total de 40 (33.3%) proyectos integradores cuyo resultado evidenció la tendencia al desarrollo de sistemas informáticos “Tabla 11. Caracterización-tipo de proyectos integradores genéricos: periodos 2017(1) - 2017(2) - 2018(1)”, en los cuales se aplicó y comparó el uso de las Metodologías ágiles para el desarrollo de software, logrando concluir que el 60% de los proyectos integradores de saberes fueron desarrollado aplicando la metodología Scrum, lo que establece que el desafío está en aplicar una efectiva vinculación académico-tecnológica en los siguientes aspectos: relación de asignaturas entre gestión de proyectos, desarrollo de Software y la formación académica-estudiantil. Por ejemplo, en el cuarto nivel de la carrera de Ingeniería en Sistemas esta vinculación se daría entre las asignaturas de Análisis y Diseño de Base de Datos, Programación Móvil, Ingeniería de Software I, todas éstas con Proyecto Integrador I. Posteriormente, en el séptimo nivel de misma carrera la relación se establecería entre las asignaturas de Aplicación de Herramientas CASE, Sistemas Distribuidos, todas éstas con Proyecto Integrador II, ya que según los resultados obtenidos de los proyectos propuestos por los estudiantes se guarda relación con el desarrollo de software.

El uso de la metodología Scrum, se fundamenta en la conformación del equipo Scrum con sus tres elementos (dueño del producto o Product Owner, el equipo de desarrollo o Development Team y el Scrum Master - responsable de asegurar que Scrum sea entendido y adoptado correctamente-) acorde a la conformación de los grupos de Proyecto Integrador (3 o 4 estudiantes). Así mismo, SCRUM define instrumentos ágiles y concretos como: la lista del producto (Product Backlog), lista del sprint (Sprint Backlog) y un incremento; generados iteraciones por cada proceso. A estos instrumentos aplicados se les puede dar un seguimiento diario y semanal, permitiendo a los equipos de estudiantes de Proyecto Integrador medir sus avances de desarrollo y entregables en espacios más cortos de tiempo, equivalentes al periodo de estudio del semestre, así mismo, permitirá resolver de mejor manera eventos predictivos, y realizar las adaptaciones necesarias al software antes de que el producto se lo considere como definitivo.

Además, el uso de la metodología SCRUM para el desarrollo de Software en la asignatura Proyecto Integrador II, ha permitido una mayor inclusión de los estudiantes con su tema de proyecto, al trabajo integrado en equipo, a manejar mejor los tiempos del proyecto, concretando los objetivos del mismo. Adicionalmente, a responder académicamente con el cumplimiento de las rúbricas de las asignaturas

relacionadas con Proyecto Integrador I y II. Así que, el aspecto académico e investigación en función de aportes y evidencias en el desarrollo de Software del proyecto integrador aplicando metodologías ágiles, evidencia resultados favorables para el logro de los objetivos de aprendizaje planificados en la Asignatura en referencia. Por último, es de señalar que la investigación dentro de la Ingeniería de Sistemas en la mayoría de casos es inseparable del desarrollo de Software, por lo que cada trabajo académico es un proyecto de innovación, investigación y desarrollo (I+i+D), convirtiéndose en un trabajo académico investigativo, que aplica estrategias y metodologías apropiadas para obtener mejores resultados en el producto de software final, el recurso estudiantil y los tiempos empleados.

## Referencias

- Bazurto-Roldán, J., Millán, I. (12 de Noviembre de 2012). Desarrollo de proyecto de asignatura. Ejercicio de simulación. Fase de diseño del programa de doctorado en Ingeniería de Proyectos . FUNIBER-UNINI. *Proyectos Informáticos: Guía de diagnóstico*. Manta, Manabí, Ecuador.
- FUNIBER-UNINI. (2012). Apuntes asignatura de Gestión de Proyectos. . *Unidad Modular. Programa Doctorado en Proyectos.*, 28. (UNINI, Ed.) San Francisco de Campeche, Campeche, México: FUNIBER. Recuperado el 12 de junio de 2013
- Goñi A., Ibáñez J., Iturrioz, J. y Vadillo J.A. (2012). *ABP aplicado a la asignatura Ingeniería del Software: Guías del docente y del estudiante*. Informe Interno UPV/EHU/LSI/TR 03-2012.
- Letelier P. y Penadés M.C. (2013). Una estrategia para la enseñanza de metodologías ágiles. *JENUI*, 217-224.
- Merchán, L., Urrea, A., Rebollar, R. (2008). Definición de una metodología ágil de ingeniería de requerimientos para empresas emergentes de desarrollo de software del sur-occidente colombiano. *Guillermo de Ockbam*, 6(1). doi:<http://dx.doi.org/10.21500/22563202.513>
- MIDEPLAN. (2011). <https://documentos.mideplan.go.cr>. Recuperado de [http://clasev.net/v2/pluginfile.php/15175/mod\\_resource/content/0/meetodologia\\_d\\_proy\\_informaticos.pdf](http://clasev.net/v2/pluginfile.php/15175/mod_resource/content/0/meetodologia_d_proy_informaticos.pdf)
- Otero-Mateo, M., Pastor-Fernández, A., Portela-Núñez, J. (Enero de 2015). La creación de valor a través de la dirección y gestión de proyectos. *DYNA Ingeniería*, 90(1), 18. doi:<http://dx.doi.org/10.6036/7182>
- Pedroza Barrios,P. (2013). Elección de una metodología de desarrollo a partir de las ventajas de una metodología ágil y un modelo robusto como CMMI-DEV 1.3. *8(14)*, 113-122.
- Poole, D. (2009). <http://damonpoole.blogspot.com>. Recuperado de <http://damonpoole.blogspot.com/2009/09/second-edition-of-do-it-yourself-agile.html>
- Rubin, Kenneth S. (2012). *Essential SCRUM: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Cohn.
- Sánchez P. y Blanco C. . (2012). Implantación de una metodología de aprendizaje basada en proyectos para una asignatura de Ingeniería del Software. *JENUI*, 41-48.
- Savery, John R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem based Learning*, 1(1, Article 3).

SENESCYT. (2011). *http://www.utmachala.edu.ec*. Recuperado el 22 de octubre de 2016, de [http://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/planificacion/2012/MANUAL\\_DE\\_PROCEDIMIENTO.pdf](http://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/planificacion/2012/MANUAL_DE_PROCEDIMIENTO.pdf)

ULEAM. (2016). *Lineamiento Institucional de Vinculación con la Sociedad*, 31. Manta, Manabí, Ecuador. Recuperado el 22 de junio de 2016

# 15

**Instrumento de investigación para el diagnóstico en la gestión de seguridad de la información, basado en la Norma ISO/IEC 2701.**

José Antonio Bazurto Roldán  
Viviana Katiuska García Macías  
Dolores Muñoz Verduga



## Instrumento de investigación para el diagnóstico en la gestión de seguridad de la información, basado en la Norma ISO/IEC 27001

**Dr. José Antonio Bazurto Roldán**  
Jose.bazurto@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Mg. Viviana Katuska García Macías**  
viviana.garcia@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

**Dra. Dolores Muñoz Verduga**  
dolores.muñoz@live.ulead.edu.ec  
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí

### Resumen

La inseguridad informática detectada en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí prevé advertir altos riesgos de vulnerabilidad de la información, peligro de activos e ineficiencia del sistema. El objetivo del estudio es validar el instrumento de investigación para la recolección de datos requeridos en el diseño del Sistema de Gestión de seguridad de información, fundamentados en la Norma ISO/IEC 27001. Se analizó el instrumento diseñado para realizar encuestas a estudiantes del periodo 2017-2; estructurándose la ficha en cuatro dimensiones parametrizadas, sus resultados permitieron establecer la relación causa-efecto-problema-conflicto que sustentó la línea base. En el diseño del instrumento participaron cinco profesionales expertos, se empleó la escala de Likert con respuestas de ocho ítems en niveles de acuerdo-desacuerdo, adaptadas al marco investigativo. Los resultados y variables de la encuesta permitieron validar el instrumento mediante el sistema estadístico SPSS versión 24 en términos de confiabilidad, contenido y constructo; además, se realizó un análisis factorial, que permitió visualizar las estimaciones de variables para la implementación del Sistema de Gestión. En conclusión, la validación permitió garantizar que el instrumento de investigación, es un documento válido y confiable que cumplió los parámetros mínimos considerados.

**Palabras claves:** gestión de seguridad de la información; Norma ISO/IEC 27001; validación.

### Abstract:

The purpose of this manuscript is to determine the validation results of the research instrument used in the collection of data required in the design of an Information Security Management System under the ISO / IEC 27001 Standard for the School of Computer Science of the Laica Eloy Alfaro of Manabí University (ULEAM), in order to reduce risks of information vulnerability, safeguard assets and verify the efficiency of the system. The instrument designed to conduct student surveys was evaluated; the instrument was structured in four parameterized dimensions, the results led to establish the cause-effect-problem-conflict relationship that supported the situational diagnosis. Later the development of the activities exposed in the ISO / IEC 2700 of the standard Management System related to the design phase was planned. In the design of the instrument, the Likert scale was used with eight-item collective responses based on levels of agreement or disagreement adapted to the research framework. Likewise, in the structuring of the instrument, seven expert professionals collaborated. The results and variables of the survey allowed validating the instrument in terms of reliability, content and constructing. A factor analysis was carried out, and in this way, the variables to implement the Management System were estimated; In addition, the statistical system SPSS version 24 was used. In conclusion, the validation made it possible to guarantee that the applied research instrument is a valid and reliable document that met the minimum parameters considered.

**Keywords:** Information security management; ISO / IEC 27001 Standards; Research instrument; Validation.

## Introducción

### Introducción al problema

El objetivo de este trabajo es validar un instrumento de investigación (encuesta), mismo que sirvió para compilar los resultados del diagnóstico, que permitirá el diseño de un Sistema de Gestión de la seguridad de la información (SGSI) bajo la Norma ISO/IEC 27001, para la Facultad de Ciencias Informáticas (FACCI) de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

En vista que los SGSI contemplan procesos y procedimientos, cuyo propósito es proteger los activos y salvaguardar confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, así como mantener el ciclo de mejoramiento continuo, cuya planeación contempla crear políticas, objetivos, procesos y procedimientos pertinentes a la gestión de los riesgos informáticos (Ampuero, C. 2011). Posteriormente, se prevé implementar el SGSI para verificar los resultados de impacto que requieran mayores controles de seguridad y de esta forma instaurar un plan para dar continuidad a los servicios que oferta la FACCI.

Con la validación del instrumento diseñado y aplicada, se avaló los resultados confiables de la encuesta, además se realizó un análisis factorial que facilitó establecer las correlaciones entre las variables identificadas. Del mismo modo, se desarrolló un proceso lógico sobre la base del fundamento teórico-práctico, se analizó también los resultados parametrizados en cada una de las fases, mediante la exploración se aplicó las especificaciones técnicas metodológicas establecidas (Reyes, G., 2012).

### Importancia del problema

La teoría general de Gestión de seguridad de información son de gran utilidad para una mejor comprensión de este trabajo; así, la información se la determina como un conjunto de datos recopilados y seleccionados que establecen un mensaje objetivo, siendo considerada también un activo dentro de las compañías (Ampuero, C., 2011). En este sentido Fernández, E., y Piattini, M. (2003), determinan que los activos son un recurso con valor útil necesarios para la organización. En el contexto de la ISO 27001:2005 y de la ISO 17799:2005 (Código de práctica para la Gestión de Seguridad de Información), indican que un activo de información según Alexander, A. (2007) son "... algo a lo que una organización directamente le asigna un valor y, por lo tanto, la organización debe proteger".

Por su parte Informática Jurídica (2012), en referencia a la Gestión de riesgos, considera que es escaso el conocimiento sobre el impacto resultante por pérdidas de información o dificultad para acceder a sus sistemas. Así, la Gestión de riesgo es un adoctrinamiento estructurado que permite manejar la incertidumbre ante una eventual ocurrencia de un riesgo, pudiendo evitar consecuencias que afecten a las organizaciones, a través del desarrollo de actividades para evaluar o mitigar riesgos aplicando estrategias para su manejo; y de esta manera reducir los efectos negativos y aceptar consecuencias de riesgo específicos (Donado, Siler Amador y Flechas Andrés, 2001).

En conclusión, la Gestión de riesgo es un método que permite establecer, examinar, valorar amenazas, vulnerabilidades, impactos y catalogar el riesgo, que permitirán posteriormente implementar mecanismos de control o mitigación (Donado, Siler Amador y Flechas Andrés, 2001).

Respecto a la Norma ISO/IEC 27001 (Gestión de seguridad de la información), García, Alfonso y María del Pilar Alegre (2011), indican que una norma es un instrumento técnico desarrollado y consensado por un grupo de especialistas que debe ser aprobada por un Organismo de Normalización legalmente reconocido. Asimismo, para García, et al. (2011), el ISO como organismo internacional desarrolla normas estandarizadas en diferentes áreas, entre ellas para la informática; por

otro lado, también manifiestan que el IEC también es otro organismo que publica normas estandarizadas para el área de la electrónica.

De ahí que, la combinación de las normas ISO/IEC 27000, se la llama “Requisitos para la especificación de sistemas de gestión de la seguridad de la información (SGSI)”, la misma proporciona una estandarización para la seguridad de la información aplicado en las organizaciones, comprende un conjunto de normas en materias de SGSI, valoración de riesgos y control; esta norma tiene como objetivo establecer la certificación ISO a las empresas que las apliquen adecuadamente.

Para Qualitas Consultores (2012), de forma específica la finalidad de la norma ISO/IEC 27001 es proporcionar un modelo que permite establecer, implementar, operar, monitorear, revisar, mantener y mejorar un sistema de gestión de seguridad de información (SGSI).

Según Espinoza, H. (2013), esta norma, permite a través de sus controles de seguridad, reducir las probabilidades de amenazas internas y externas a los activos de información; la naturaleza de este estándar se fundamenta en el ciclo DEMING.

En otro aspecto, la validación en función de la validez y confiabilidad de un instrumento de investigación, acorde al objeto de este trabajo, establece la interacción de las variables, permitieron establecer como propósito garantizar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, y para el efecto se desarrolló las correlaciones entre las variables, lográndose una aproximación válida real de la información resultante.

Para Montero Rojas (2013), citado por Bazurto-Roldán (2018) definen la validez como una propiedad del indicador que computa mediciones características de componentes y variables de investigación (p.604). Adicionalmente, hacen referencia a la existencia de diferentes tipos de validez. Finalmente, para Montero Rojas, (2013), citado por Bazurto-Roldán (2018), revela que los indicadores, permite mediante la medición determinar aproximaciones empíricas de las variables o los constructos; de esta manera se establece que un indicador es el resultante operativo de cálculos que permiten personalizar una variable o constructo.

Con relación a la validez y confiabilidad Montero Rojas, (2013), citado por Bazurto-Roldán (2018), las consideran como propiedades fundamentales de una adecuada y correcta medición. También, estiman que la definición tradicional de validez se refiere a una tautología; es decir, un instrumento es válido si mide lo que con él se pretende medir.

En este sentido, Bazurto-Roldán (2018) atribuye a Montero Rojas (2013) las mayores contribuciones de la definición de validez como un concepto unitario que posteriormente fueron adoptadas expresamente en los Standards for Educational and Psychological Testing, cuya publicación fue realizada en conjunto entre la American Educational Research Association (AERA), la American Psychological Association (APA) y la National Council on Measurement in Education (NCME). Subsiguientemente se la consideró como el “ISO 9000” internacional sobre estándares de calidad de las pruebas educativas y psicológicas.

En cuanto a los diferentes tipos de validez, Montero Rojas (2013), citado por Bazurto-Roldán (2018), indica que el objeto de recolectar diferentes tipos de evidencias, está acorde a los propósitos y aplicación de instrumentos, cuyas evidencias de contenido, estimaciones predictivas y concurrentes son concebidas como evidencias que aportan a la validez del constructo.

## **Metodología**

Al realizar medidas de resultados, surge la inquietud sobre qué tan válida y confiable es la medición. En este proceso de aproximación y estimaciones estadísticas, se aplicaron técnicas para determinar la

validez de contenido y la creación de indicadores. Esto permitió orientar al equipo de investigadores sobre el procedimiento metodológico para diseñar un instrumento válido y confiable de recolección de datos, que permitieron el logro del alcance de los objetivos planteados y que sustentó los hallazgos identificados. Y, que permitirá, a futuro implementar el SGSI bajo la Norma ISO/IEC 27001 en la FACCI-ULEAM.

En este trabajo también se aplicó el juicio de expertos, considerado como un método de validación útil que permitió verificar la fiabilidad de la investigación, consistente este en un veredicto de personas especialista con trayectoria en el tema, y que son reconocidas por otros como expertos calificados, permitió lograr información, evidencia, juicios y valoraciones (Escobar-Pérez, Cuervo-Martínez, 2008).

También, la validez de contenido se estableció con frecuencia a partir de dos situaciones, una que atañe al diseño de una prueba y, la otra, a la validación del instrumento sometido a procedimientos de traducción y estandarización para adaptarlo a significados culturales diferentes. Es aquí donde los expertos desarrollaron una labor fundamental para eliminar aspectos irrelevantes, incorporar los imprescindibles y/o modificar aquellos que lo requieran.

El instrumento de cotejo a la consulta y al juicio de expertos reunió los criterios validez y fiabilidad. En este sentido, la validez de contenido se estableció a partir del diseño de una prueba y a la validación del instrumento sometido a procedimientos de estandarización para adaptarlo al objeto de estudio. De modo similar, la metodología aplicada es coherente con indicado anteriormente; y de esta forma se aseguró que la investigación cuente con resultados confiables.

Con la fundamentación bibliográfica, se desarrolló procedimientos secuenciales, permitió observar los resultados obtenidos en el levantamiento de información piloto, cumpliéndose con los requisitos mínimos requeridos; además, el instrumento de investigación aplicado proporcionó datos validados adecuadamente.

La validación del instrumento de investigación se realizó mediante entrevistas no estructuradas flexible y práctica, esto ayudó a recopilar información con elementos axiomáticos (Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, Carlos, Baptista-Lucio, M., 2014). Es decir, se “seleccionaron individuos o casos típicos sin intentar que sean estadísticamente representativos de una población determinada” Hernández, R., et al., (2014, 189) citado por Bazurto-Roldán (2018). Las consultas se aplicaron a 321 individuos involucrados en SGSI bajo la Norma ISO/IEC 27001 con la siguiente caracterización (Tabla 1):

**Tabla 12.**  
Caracterización de la población consultada

<b>Cargo</b>	<b>Institución</b>	<b>Perfil</b>
Docentes universitarios	ULEAM	Ingenieros en Sistemas y/o afines
Administradores de Centro de cómputo	FACCI ONG	Consultores en Informática y/o afines
Estudiantes de Informática Consultores		Estudiantes de los últimos 6 niveles

**Fuente:** Elaboración autores a partir de Bazurto-Roldán. (2018), Ecuador, 2018

Además, para el diseño de las entrevistas no estructuradas se realizó una indagación informal a 35 involucrados (Tabla 1), con el objeto de establecer las variables que afectan a la gestión de seguridad de la información en la FACCI. La información obtenida de las entrevistas no estructuradas realizadas ayudó crear el instrumento de encuesta, además con la base de la metodología establecida por Samaniego y Pascual, (2016), citado por Bazurto-Roldán (2018) se ajustó a los requerimientos de esta investigación. Para el diseño del instrumento se contó con la colaboración de cinco expertos.

En la determinación de la confiabilidad, se aplicó la medida de consistencia interna, mediante el cálculo del coeficiente del Alfa de Cronbach; cuya técnica, según Samaniego y Pascual, (2016), citado por Bazurto-Roldán (2018), no fue obligatorio dividir en dos tablas diferentes a los ítems del instrumento de medición, solamente se aplicó la medición y posteriormente se calculó el coeficiente. Además, se calculó la validez de contenido, con la técnica del juicio de expertos, misma que se complementó calculando el coeficiente de concordancia de Kendall; y, de esta forma se estableció la validez del constructo, y mediante la técnica de reducción de datos del análisis factorial; y posteriormente se determinó el mínimo número de dimensiones para establecer el máximo de información implícita de datos.

Finalmente, para la validación del instrumento de encuesta se utilizó el sistema informático estadístico SPSS versión 24, cuyos resultados obtenidos fueron concordantes metodológica y estadísticamente.

### Resultados

Una vez detectadas las características primarias y secundarias del instrumento, se determinó las variables generales que formaron parte de la ficha de encuesta en base a una frecuencia de repetitividad constante, fue diseñado y validado con la colaboración de 51 funcionarios de la FACCI. A continuación, en la tabla 2 se muestran los componentes característicos del instrumento:

**Tabla 13.**

Componentes resultantes de la consulta no estructurada realizada

<b>Características primarias</b>	<b>Características secundarias</b>	<b>Variables generales: respuesta</b>	<b>Frecuencia</b>
Situación actual de la seguridad informática en laboratorio de la FACCI.	Antecedentes.	1. Instalaciones con SGSI.	51
		2. Redes eléctricas y telecomunicaciones normalizadas y etiquetadas.	33
		3. Limpieza y orden: Seguridad industrial e Higiene laboral.	47
		4. Disposición técnica de salidas de emergencias.	31
		5. Protecciones eléctricas y soporte normalizado de voltaje.	42
		6. Sistemas operativos y aplicaciones instaladas.	51
		7. Protección de tierra en instalaciones eléctricas.	51
		8. Planos de sistemas eléctricos y de telecomunicaciones.	42
		9. Dotación de equipos contra incendio suficiente.	47
		10. Pérdida de información.	51
Mano de obra especializada: personal de laboratorio de la FACCI.	Profesionalización en Seguridad informática.	11. Técnicos especializados en los laboratorios.	43
		12. Disposición de cronogramas de mantenimiento preventivo.	39
		13. Mantenimientos preventivos periódicos.	46
		14. Mantenimientos correctivos inmediatos y oportunos.	47
		15. Disponibilidad inmediata de recursos para mantenimientos.	47
Elementos de	Sistemas de	16. Disponibilidad de SGSI.	50

seguridad informática.	Gestión en Seguridad Informática.	17. Personal responsable de control de activos.	35		
		18. Implementación de medidas de seguridad física e informática a los activos.	49		
		19. Registros físicos de acceso a las dependencias administrativas y laboratorios.	48		
		20. Seguridad en predios de la FACCI.	47		
		21. Políticas de seguridad física e informática.	48		
		22. Políticas de acceso a dependencias de la FACCI.	48		
		23. Disponibilidad de circuito cerrado de video vigilancia	46		
		24. Disponibilidad de políticas de mitigación de riesgos informáticos.	47		
		25. Control de dispositivos de almacenamiento masivo de información.	41		
		26. Capacitación en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional: comunidad FACCI.	42		
		27. Disponibilidad de Sistemas de alarmas contra incendio.	40		
		28. Disponibilidad de Sistemas de alarmas contra desastres (terremoto e inundación).	40		
		29. Afectación por desastres naturales en instalaciones y equipamientos.	39		
		30. Amenaza frecuente por errores y fallos no intencionadas, corte de suministro eléctrico y servicios de comunicación.	38		
		31. Manipulación de componentes del sistema informático por personal no autorizado.	42		
		32. Disposición permanente de equipos y/o dependencias.	51		
		33. Control riguroso permanente a estudiantes, docentes y usuarios en instalaciones o equipos.	47		
		34. Usuarios autorizados en toma de decisiones en seguridad informática.	35		
		35. Ejecución de Auditorías de seguridad informática.	49		
		Tipos y aplicabilidad de la seguridad informática en IES.	Aplicación y Certificación.	36. Uso de Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEM-ISO/IEC 27000 para la Gestión de Seguridad de la Información: Secretaría Nacional de Administración Pública del Ecuador (SNAP).	35
				37. Evaluación de riesgos con norma INEN ISO/IEC 27005: SNAP.	38

**Fuente:** Elaboración autores a partir de Bazarro-Roldán (2018), Ecuador, 2018

El instrumento de la encuesta se diseñó a partir de la consulta realizada, resultando un instrumento de

partida o línea de base, cuyos resultados del procesamiento de datos y fiabilidad se muestra a continuación (Tabla 3):

**Tabla 14.**  
Resumen y fiabilidad de procesamiento de casos

		N	%
<b>Casos</b>	Válido	321	98,8
	Excluido <sup>a</sup>	4	1,2
Total		325	100,0

**a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.**

**Fuente:** Elaboración autores, Ecuador, 2018

De acuerdo a los resultados de diseño y validación del contenido de la encuesta, esta se estructuró inicialmente con 37 variables y se aplicó en la prueba piloto. Las variables establecidas se organizaron con la escala tipo Likert, definida de la siguiente:

- 7= Absolutamente de acuerdo
- 6= Fuertemente de acuerdo
- 5= De acuerdo
- 4= Indiferente
- 3= En desacuerdo
- 2= Fuertemente en desacuerdo
- 1= Absolutamente en desacuerdo

Una vez aplicado el piloto, se realizó ajustes al instrumento de encuesta y reestructuró quedando finalmente con 35 variables. De esta manera el cuestionario se aplicó al personal académico y estudiantes de la FACCI (unidad muestral=321), posteriormente los resultados fueron validados, donde el proceso de validación del contenido del instrumento fue el siguiente:

- a. Se seleccionó a cinco expertos, quienes calificaron y validaron el instrumento de encuestas, de manera independiente con objetividad, congruencia y profesionalismo guiados por reactivos para la formulación del ítem del instrumento; así podían hacer recomendaciones u observaciones si fuera el caso; y mediante un consenso evaluaron y determinaron la validez y confiabilidad del instrumento de investigación.
- b. Cada experto fue notificado, se les entregó documentación que contiene el propósito de la investigación y la aplicación del instrumento (objetivos), conceptualización del contenido, problema a resolver y variables de estudio. Además, se les entregó un instrumento de validación del ítem-dominio, claridad, imparcialidad y observaciones.

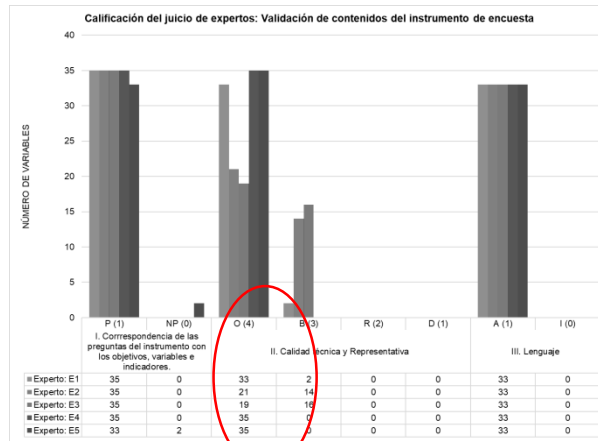
c.

El instrumento de investigación estuvo estructurado en cuatro dimensiones:

- Situación actual de la seguridad informática en laboratorio de la FACCI.
- Mano de obra especializada del personal de laboratorio de la FACCI.
- Elementos de seguridad informática.
- Tipos y aplicabilidad de la seguridad informática en IES.

Los resultados de validación del contenido del instrumento de encuesta se exponen en el gráfico 1; donde todos los expertos están de acuerdo en que existan las 35 variables encontradas con base en los parámetros de correspondencia, calidad técnica representativa y lenguaje; además las calificaciones

registradas de calidad técnica muestran valores superiores a tres.



**Gráfico 14.**

Resultados de calificación de expertos

**Fuente:** Autores, Ecuador, 2018.

Para complementar y ratificar la validez en la calificación de los expertos se calculó el coeficiente de Kendall por medio del sistema informático estadístico SPSS versión 24 y conforme a Samaniego y Pascual. (2008), citado por Bazurto-Roldán (2018), los resultados encontrados deben situarse entre valores de 0 y 1. Si el resultado tiende a cero, el grado de concordancia es bajo entre el criterio de los expertos, por consiguiente, si el resultado obtenido tiende a 1, entonces su grado de concordancia es significativamente aceptable, bueno o excelente según el caso; por lo tanto, se considera admisible los valores de W de Kendall-valor mayor a 0.50.

Para ello fue necesario determinar una hipótesis nula (H0) y una hipótesis alternativa (H1), y se estableció los siguientes escenarios:

H0: Criterios de expertos no es concordante.

H1: Criterios de expertos es concordante.

Para el efecto, los resultados del cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall para muestras relacionadas se detallan en la tabla 4.

**Tabla 15.**

Coeficiente de concordancia de Kendall para muestras relacionadas

N	321
W de Kendall <sup>a</sup>	,903
Chi-cuadrado	87,654
gl	2
Sig. asintótica	,000

<sup>a</sup>. Coeficiente de concordancia de Kendall

**Fuente:** Elaboración autores, Ecuador, 2018

Con la base del cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall, se fundamentó la aceptación o rechazo de las hipótesis planteadas.



Una vez validado el contenido del instrumento de la encuesta, se procedió a validar el parámetro de confiabilidad, estabilidad o consistencia de los resultados mediante el cálculo del coeficiente del Alfa de Cronbach; según González, J., Pazmiño, F. (2015), citado por Samaniego y Pascual (2016) estiman que esta metodología asume un índice de facto para valorar ítems de un instrumento de investigación y poder establecer su correlación.

De esta manera, se acepta la confiabilidad del diseño del instrumento de acuerdo a lo que indican Oviedo y Campo-Arias (2005), citado por Bojórquez, M., López, L., Hernández, M., Jiménez, E. (2013) que “el valor mínimo aceptable para el coeficiente Alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja”.

Una vez ejecutado el piloto aplicado a la unidad muestral, de acuerdo al análisis de confiabilidad de los resultados desarrollada en el sistema SPSS versión 24 se determinó que el valor obtenido del coeficiente del Alfa de Cronbach fue de 0.995 (Ver tabla 5).

**Tabla 16.**

Estadísticos confiabilidad, estabilidad o consistencia de los resultados.

Alfa de Cronbach	N de elementos
,995	35

**Fuente:** Elaboración autores, Ecuador, 2018

Posteriormente, con la validez del constructo se estableció la agrupación probabilística entre los ítems del instrumento conceptualizados y socializados, se les dio características de utilidad científica válida, puesto que no existió un instrumento patrón, es decir el instrumento se construyó completamente desde el inicio. También, como los dominios se desarrollaron teóricamente, por medio de la estadística se demostró y validó la idoneidad de las agrupaciones de ítems en los dominios determinados. Además, la validez del constructo refiere a la correlación del dominio total. Posteriormente, se calcularon los estadísticos correspondientes del análisis factorial con el sistema SPSS versión 24, el mismo se relacionó con el análisis de comunalidades, la prueba de Kaiser Meyer Olkin (KMO), prueba de esfericidad de Bartlett y el análisis de covarianzas (Tabla 6).

**Tabla 17.**

Análisis factorial: prueba de KMO y Barlett

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,971
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	36063,925
	gl	595
	Sig.	,000

**Fuente:** Elaboración autores, Ecuador, 2018

Se observa que el resultado de la prueba de KMO es de 0,971 y se acerca a la unidad, siendo notable la correlación. Mientras que, el resultado de significancia fue 0.000 por la prueba de esfericidad de Barlett, esta permitió establecer que las variables utilizadas en el piloto están correlacionadas y es factible realizar el análisis factorial. Consecutivamente, se realizó el análisis de comunalidades, y según Gómez, S., Salmerón, R. (2011), citado por Samaniego y Pascual (2016) establecen que las comunalidades constituyen el índice de varianza de cada variable que forman parte de la encuesta final, y su valor aceptado debe ser mayor a 0.5.

Entonces, los resultados de las comunalidades calculadas se detallan en la tabla 6.

**Tabla 18.**

Cálculos de estadísticos con SPSS: comunalidades

Variablen	Inicial	Extracción
Instalaciones de la FACCI cuentan con Seguridad Informática.	1,000	,030

Todas las Redes eléctrica y las telecomunicaciones debidamente normalizadas, con protección contra fallos adecuados y etiquetados.	1,000	,927
Limpieza y orden frecuente y adecuada en las dependencias de la FACCI.	1,000	,875
Laboratorios y departamentos de la FACCI, cuentan con salidas de emergencias técnicamente ubicadas.	1,000	,932
Equipos e información de la FACCI cuentan con equipos de protección contra variación de voltaje (Regulador de voltajes, supresores pico, UPS y/o generadores de energía).	1,000	,922
Sistemas operativos y software de aplicación instalados con licencias legalizadas (laboratorios de la FACCI).	1,000	,871
Disponibilidad de instalaciones eléctricas de la FACCI con sistemas de puesta a tierra física).	1,000	,940
Existencia de planos de las instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones.	1,000	,948
Existencia y disponibilidad de suficiente extintores para combatir siniestros de incendio.	1,000	,940
Perdida de información es relevante en la FACCI.	1,000	,950
Disponibilidad de personal especializado en el área de laboratorios de informática.	1,000	,898
Disponibilidad de cronograma de mantenimiento preventivo de los equipos informáticos.	1,000	,906
Mantenimientos preventivos periódicos (por trimestre) de los equipos informáticos.	1,000	,953
Los mantenimientos correctivos oportunos e inmediatos al detectar algún fallo o avería.	1,000	,953
Disponibilidad inmediata de recursos, repuestos y accesorios para realizar mantenimientos correctivos y preventivos.	1,000	,931
Disponibilidad de algún SGSI.	1,000	,921
Delegación de persona responsable del control de los activos.	1,000	,905
Implementación de seguridad física e informática a los activos.	1,000	,947
Registros de acceso a las dependencias administrativas y a los laboratorios.	1,000	,911
Las instalaciones físicas (Edificios y laboratorios) de la FACCI garantizan máxima seguridad.	1,000	,910
Existencia de políticas de seguridad física e informáticas.	1,000	,942
Existencia de políticas de mitigación de riesgos informáticos.	1,000	,928
Control adecuado del uso de dispositivos de almacenamiento masivo de información.	1,000	,927
Comunidad académica de la FACCI (personal docente, administrativos y estudiantes) está capacitado en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.	1,000	,951
Existencia de instalaciones de Sistemas de alarmas contra incendio.	1,000	,962
Existencia de sistemas de alarmas contra desastres (terremoto e inundaciones).	1,000	,948
Amenazas por desastres naturales afectan a las instalaciones y equipamientos.	1,000	,905
Alta amenaza por errores y fallas no intencionadas, corte de suministro eléctrico y servicios de comunicación.	1,000	,917
Manipulación por estudiantes o personal no autorizado de los componentes del sistema informático.	1,000	,927
Estudiantes, docentes y usuarios en general disponen de los equipos y/o dependencias de la FACCI en forma permanente.	1,000	,897

Control permanente y riguroso a estudiantes, docentes y usuarios en general en el uso de las instalaciones o equipos de la FACCI.	1,000	,890
Usuarios autorizados con toma de decisiones en el ámbito de la seguridad informática.	1,000	,901
Ejecución de auditorías para determinar qué, cuándo, cómo y quién realiza acciones sobre el sistema o equipos en el ámbito de la seguridad informática.	1,000	,926
Uso obligatorio de las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEM-ISO/IEC 27000 para la Gestión de Seguridad de la Información tal como lo establece la Secretaría Nacional de Administración Pública del Ecuador (SNAP) en la FACCI.	1,000	,932
Ejecución de evaluación de riesgos en base a la norma INEN ISO/IEC 27005 como establece la Secretaría Nacional de Administración Pública (SNAP).	1,000	,934

Nota: **Método de extracción: análisis de componentes principales.**

Fuente: Elaboración autores, Ecuador, 2018

Finalmente, se desarrolló el análisis del total de varianza explicada.

**Tabla 19.**

Resultados de varianza total explicada

Componente	Auto valores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	31,458	89,880	89,880	31,458	89,880	89,880
2	,993	2,837	92,717			
3	,834	2,383	95,100			
4	,358	1,024	96,124			
5	,269	,769	96,892			
6	,188	,536	97,429			
7	,113	,324	97,753			
8	,102	,292	98,045			
9	,085	,244	98,288			
10	,076	,216	98,504			
11	,071	,203	98,708			
12	,051	,147	98,854			
13	,046	,131	98,985			
14	,039	,113	99,098			
15	,035	,100	99,198			
16	,031	,087	99,285			
17	,028	,081	99,366			
18	,025	,072	99,438			
19	,024	,068	99,507			
20	,019	,056	99,562			
21	,018	,053	99,615			

22	,016	,047	99,662
23	,015	,044	99,706
24	,013	,038	99,744
25	,012	,035	99,779
26	,011	,033	99,812
27	,011	,031	99,842
28	,010	,027	99,870
29	,009	,026	99,895
30	,008	,023	99,919
31	,007	,020	99,939
32	,006	,018	99,957
33	,006	,016	99,973
34	,005	,015	99,988
35	,004	,012	100,000

Nota: **Método de extracción: análisis de componentes principales.**

Fuente: Elaboración autores, Ecuador, 2018

## Discusión

Una vez determinado los resultados de la validación del instrumento de investigación diseñado para la encuesta producto de la consulta no estructurada, se evidenció que la misma estuvo compuesta por 35 variables; y, la fiabilidad del procesamiento fue de 325 casos posibles, y se excluyó los resultados de 4 informantes (1,2%) sobre la base de todas las variables del procedimiento, puesto que las informaciones suministradas no eran confiables.

Por otro lado, sobre el diseño y validación del contenido de la encuesta, se estableció que el cálculo del coeficiente W de Kendall para muestras relacionadas fue de 0,903 (Ver tabla 4), es decir que su grado de concordancia es significativamente excelente; este resultado permite determinar el rechazo de la hipótesis nula (H0) y aceptar la hipótesis alternativa (H1); por lo tanto, el juicio de expertos es concordante, implicando que los expertos aplicaron sustancialmente el mismo estándar, y de esta manera se validó el contenido de la encuesta.

En cuanto al análisis de confiabilidad, estabilidad o consistencia de los resultados, demostrado mediante el cálculo del coeficiente del Alfa de Cronbach (0,995), se validó la fiabilidad de la escala de medida alcanzada en un 99,5%; es decir, se asumió que los ítems miden un mismo constructo altamente correlacionados, revelando un alto índice de aceptación, y además permitió la factibilidad de realizar un análisis factorial.

Mientras que, en la validación del constructo, los resultados alcanzados por cada una de las variables fueron superiores al valor aceptable, en este sentido todas las variables componentes del instrumento de la encuesta piloto pasaron a formar parte del instrumento de la encuesta final. Además, las variables observadas se modelaron como combinaciones lineales de factores más expresiones de error, es decir el análisis factorial permitió estadísticamente la reducción de datos para revelar que las correlaciones entre las variables observadas (35) en términos de un número menor (2) de variables no observadas muestran una alta analogía confiable.

En cuanto a las comunalidades, van desde una extracción de 0,871 hasta 0,962, es decir que las variables tienen una alta proporción de la varianza explicada por los factores comunes.

Finalmente, las varianzas explicadas referentes al análisis de los 4 componentes del instrumento muestran valores propios de 89,88% de la varianza acumulada; por lo tanto, se considera aceptable, es decir se evidencia la correspondencia con el criterio planteado donde los factores o variables representan un índice mayor al 60% de la varianza según lo indicado por Samaniego y Pascual (2016) citado por Bazurto-Roldán (2018). Además, probabilísticamente las varianzas de las variables aleatorias tienen una dispersión definida menor al 1% respecto a su media.

### Conclusión

De acuerdo a lo descrito en esta investigación, es preciso determinar que los resultados obtenidos de la validación que relacionan la validez y confiabilidad del instrumento de investigación, mediante la aplicación de las diferentes técnicas y metodologías indicadas en función de los parámetros de confiabilidad, de contenido y del constructo permitieron garantizar que el instrumento de encuesta diseñado es un documento válido y confiable para su aplicación en esta investigación, una vez que se cumplió con los requisitos mínimos estimados por los autores citados. Si bien es cierto que el proceso de validación puede resultar largo y caro, es necesario compararlo con patrones referenciales, sin embargo, al seguir los procedimientos metodológicos de validez y confiabilidad de un instrumento de investigación resulta económicamente más beneficioso y fácilmente aplicable.

### Referencias

- Alexander, A. (2007). *Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad de Información/Óptica ISO/ IEC 27001:2005*. (Primera ed.). Bogotá: Alfaomega colombiana
- Ampuero, C. (2011). *Diseño de un Sistema de Gestión de Seguridad de Información para una compañía de Seguros*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería Informática, Lima. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/362>.
- Bazurto-Roldán, J. (2018). Metodología para la gestión de proyectos de inversión en la administración pública basada en la norma ISO 10006, el PMBOK, y las metodologías de diseño de proyectos y SENPLADES: Caso de estudio Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador. *Tesis de grado Doctoral. Universidad Internacional Iberoamericana*. San Francisco de Campeche, Campeche, México.
- Bojórquez, M., López, L., Hernández, M., Jiménez, E. (2013). Utilización del alfa de Cronbach para validar la confiabilidad de un instrumento de medición de satisfacción del estudiante en el uso del software Minitab. Recuperado el 12 de mayo de 2017, de [www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2013-Cancun/RefereedPapers/RP065.pdf).
- Donado, Siler Amador y Flechas Andrés. (2001). <http://www.govannom.org>. Recuperado de [http://www.govannom.org/seguridad/seg\\_general/seg\\_com.pdf](http://www.govannom.org/seguridad/seg_general/seg_com.pdf)
- Escobar-Pérez, Cuervo-Martínez. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: Una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6,, 6(29), 27–36. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/302438451>
- Espinoza,H. (2013). *Análisis y diseño de un sistema de gestión de seguridad de información basado en la norma ISO/IEC 27001:2005 para una empresa de producción y comercialización de productos de consumo masivo*. Lima.

- Fernández, E., Piattini, M. (2003). *Seguridad de las tecnologías de la información: La construcción de la* (Primera ed.). Madrid: AENOR.
- García, Alfonso y María del Pilar Alegre. (2011). *Seguridad informática*. (Primera ed.). Madrid: Paraninfo
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, Carlos, Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores doi:ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Informática Jurídica. (2012). <https://www.ecured.cu>. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Inform%C3%A1tica\\_jur%C3%ADdica](https://www.ecured.cu/Inform%C3%A1tica_jur%C3%ADdica)
- ISO 27001. (2005). El portal de ISO 27001 en español. Recuperado de <http://www.iso27000.es/iso27000.html>.
- Qualitas Consultores. (2012). <http://qualitas.com.pe>. Recuperado el 02 de mayo de 2018, de <http://qualitas.com.pe/normas/iso-27001>
- Reyes, G. (2012). Gestión empresarial y desarrollo. *Documentos de investigación*. (121), 1-50. Recuperado el 12 de julio de 2016, de [http://www.urosario.edu.co/urosario\\_files/61/61c6376b-3223-4826-874e-3baa8bc32133.pdf](http://www.urosario.edu.co/urosario_files/61/61c6376b-3223-4826-874e-3baa8bc32133.pdf)
- Samaniego, H., Pascual, A. (2016). Validación de un instrumento de investigación como parte del desarrollo de un modelo de gestión empresarial. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 3(6), 1-16. Recuperado el 30 de junio de 2017.

ISBN: 978-9942-802-02-6



9789942802026

