



# Ciencias Sociales y Humanidades, Ingenierías y TICs

Multidisciplinariedad en la Publicación de Ciencias

latindex

e-revist@s

REDIB

Crossref

Google  
Scholar

publons

  
EuroPub

INDEX COPERNICUS  
INTERNATIONAL





Guayaquil, Ecuador  
Vol. 32, N° 2 (2020)  
Diciembre, 30

DOI: 10.37815/rte.v32n2

## Autoridades Institucionales

### Rectora

Cecilia Alexandra Paredes Verduga, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

### Vicerrector

Paúl Herrera Samaniego, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

## Consejo de Editores (Editorial Board)

### Director General Editorial (Editor in Chief)

Nayeth I. Solórzano Alcivar, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: nsolorza@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0002-5642-334X

### Editor Asociado (Associate Editor)

Fausto Enrique Jácome López, M.Sc.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: fjacome@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-6808-7294

### Editores de Sección (Section Editors)

Miguel Eduardo Yapur Auad, M.Sc.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: myapur@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-6627-7908

Diana Llamel Rodríguez Arteaga, M.Sc.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: dirodrig@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0002-3715-181X

### International Co-Editors

Katherine Anabelle Salvador Cisneros, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: ksalvado@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0003-0414-3597

Eduardo Jordan Pérez, Ph.D.  
 Griffith University, Australia  
 e-mail: e.jordanperez@griffith.edu.au  
 ORCID: 0000-0001-6770-7180

## Consejo Científico (Advisory Board)

Carlos Teodoro Monsalve Arteaga, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: monsalve@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0002-9428-4360

Boris Xavier Vintimilla Burgos, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: bvintim@fiec.espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-8904-0209

Carlos Alberto Ramos Galarza, Ph.D.  
 Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador  
 e-mail: ps\_carlosramos@hotmail.com  
 ORCID: 0000-0001-5614-1994

David Enrique Matamoros Camposano, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: dmata@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0003-3470-2847

David Leonardo Sabando Vera, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: dsabando@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-5097-4653

Daynet Sosa Del Castillo, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
 e-mail: dasosa@espol.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-5403-9072

Diana Carolina Coello Fiallos, Ph.D.  
 Universidad Técnica de Ambato, Ecuador  
 e-mail: dc.coello@uta.edu.ec  
 ORCID: 0000-0003-3628-5004

Diego Fernando Avila Pesantez, Ph.D.  
 Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador  
 e-mail: davila@esepoch.edu.ec  
 ORCID: 0000-0001-8394-5621

Elva Patricia Reyes Díaz, Ph.D.  
 Universidad Autónoma de Coahuila, México  
 e-mail: elva.reyes@uadec.edu.mx  
 ORCID: 0000-0002-8854-0946

Ignacio Bladimir Cerón Guerra, Ph.D.  
 Escuela Politecnica Nacional, Ecuador  
 e-mail: ignacio.ceron@epn.edu.ec  
 ORCID: 0000-0002-6373-9772

Isidro Fierro Ulloa, Ph.D.  
Universidad de Especialidades Espíritu Santo,  
Ecuador  
e-mail: isfierro@uees.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-9000-6945

José Enrique Martínez-Pérez, Ph.D.  
Instituto Universitario de Tecnología del Estado  
Bolívar, Venezuela  
e-mail: josenriquemartinez@gmail.com  
ORCID: 0000-0003-3611-6390

Jorge Antonio Córdova Morán, Ph.D.  
Universidad Estatal de Milagro, Ecuador  
e-mail: joranto205@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-2730-4755

Juan José Oliveira Maurera, Ph.D.  
Universidad de Oriente, Venezuela  
e-mail: juanjoseoli@hotmail.com  
ORCID: 0000-0002-8474-5872

Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Ph.D.  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador  
e-mail: juan\_avellaneda@yahoo.com  
ORCID: 0000-0002-1805-4803

Manuel Raúl Peláez Samaniego, Ph.D.  
Universidad de Cuenca, Ecuador  
e-mail: manuel.pelaez@ucuenca.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-7618-9474

María Del Pilar Cornejo Rodríguez, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: pcornejo@espol.edu.ec  
ORCID: 0000-0003-4198-2904

María Fernanda Calderón Vega, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: mafercal@espol.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-5191-7527

María Genoveva Espinoza-Santeli, Ph.D.  
Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador  
e-mail: genoveva.espinoza@uasb.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-2347-9507

Paúl Cesar Carrión Mero, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: pcarrion@espol.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-9747-7547

Raquel Miroslava Tinoco Egas, Ph.D.  
Universidad Técnica de Machala, Ecuador  
e-mail: raqueltinocoegas@hotmail.com  
ORCID: 0000-0001-5979-8123

Stanislaus Albert-Georg Sonnenholzner, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: ssonnen@cenaim.espol.edu.ec  
ORCID: 0000-0002-5723-3994

## Consejo Internacional de Revisores del Volumen (International Reviewers Board)

César Antonio Martín Moreno, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: cmartin@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-9071-5303

Darwin Leonidas Aguilar Salazar, M.Sc.  
Universidad de las Fuerzas Armadas, Ecuador  
e-mail: dlaguilar@espe.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-4991-4818

David Esteban Almeida Campana, M.Sc.  
Petroamazonas EP, Ecuador  
e-mail: david1\_ec@hotmail.com  
Orcid: 0000-0001-5955-3417

Diego Fernando Ávila Pesántez, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: davila@epoch.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-8394-5621

Douglas Antonio Plaza Guingla, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: douplaza@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-1399-0627

Edgar Rolando Morales Caluña, M.Sc.  
Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ecuador  
e-mail: moralesdoc@gmail.com  
Orcid: 0000-0001-9545-1282

Esthela Elizabeth Benítez Ramírez, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: ebenitez@espol.edu.ec

Fernando Francisco Sandoya Sánchez, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: fsandoya@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-0011-4003

Franklin Lenín Quilumba, Gudiño Ph.D.  
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador  
e-mail: quigufrale1184@yahoo.com  
Orcid: 0000-0001-6326-3439

Gloria Salome Bajaña Jurado, Dra.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: gbajana@espol.edu.ec

Hilda Flor Páez, M.Sc.  
Centro Ecuatoriano Norteamericano, Ecuador  
e-mail: hflor@espol.edu.ec

Holger Ignacio Cevallos Ulloa, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: hcevallo@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0576-6710

Jonathan Salvador Paillacho Corredores, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: jspaila@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-6489-067X

José Enrique Martínez-Pérez, Ph.D.  
Instituto Universitario de Tecnología del Estado  
Bolívar, Venezuela  
e-mail: josenriquemartinez@gmail.com  
Orcid: 0000-0003-3611-6390

Juan Manuel Chávez Mendoza, Ing.  
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, México  
e-mail: jmanuel.chavez@utfv.edu.mx  
Orcid: 0000-0002-6422-5079

Julio Amilcar Pineda Insuasti, Dr.  
Universidad Técnica del Norte, Ecuador  
e-mail: pinsuasti@yahoo.com  
Orcid: 0000-0002-5255-8511

Karen Yambay Castro, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: kayambay@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-5917-8044

Katherine Anabelle Salvador Cisneros, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: ksalvado@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0414-3597

Luis Castillo Campos, M.Sc.  
Universidad de Oriente, Venezuela  
e-mail: lcastillo@udo.edu.ve  
Orcid: 0000-0001-7554-9549

María Esther González Vega, Dra.  
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba  
e-mail: esther@inca.edu.cu

María Fernanda Calderón Vega, Dra.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: mafercal@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-5191-7527

María Fernanda Rosales Medina, Ph.D.  
Universidad del Azuay, Ecuador  
e-mail: mrosales@uazuay.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0403-223X

Miriam Maricela Checa Artos, Dra.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: mchecha@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-9606-7896

Ohayo Octavio Hernandez Castorena, Ph.D.  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México  
e-mail: ohernandez@correo.uaa.mx  
Orcid: 0000-0002-2609-6616

Rómulo Fernando Astudillo Bravo, M.Sc.  
Instituto Superior Tecnológico Luis Rogerio González,  
Ecuador  
e-mail: rfabxlive@hotmail.com  
Orcid: 0000-0001-9001-5270

Soveny Soraya Solís García, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: ssolis@espol.edu.ec

Stanislaus Albert-Georg Sonnenholzner, Ph.D.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: ssonnen@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-5723-3994

Víctor Manuel Asanza Armijos, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: vasanza@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-2786-4162

Wellington Remigio Villota Oyarvide, M.Sc.  
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil,  
Ecuador  
e-mail: wvillota@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-0081-4704

Wellington Wonsang Ureta, BA, Psychology  
California State University, United States  
e-mail: wonsangwellington@gmail.com  
Orcid: 0000-0003-3936-9705

Wendy Paulina Ruíz Bucheli, M.Sc.  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
e-mail: wruiz@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-6268-6851

Wilton Eduardo Romero Black, M.Sc.  
Universidad Técnica de Machala, Ecuador  
e-mail: weromero@utmachala.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-5200-1361

Yamil Edinson Lambert Sarango, M.Sc.  
Universidad Católica Santiago de Guayaquil,  
Ecuador  
e-mail: ylambert@espol.edu.ec

## Gestión de Comunicación, Publicación y Técnica

### **Difusión y Comunicación**

*Gerencia de Comunicación Social y Asuntos*

*Públicos, ESPOL*

Galo Róldos Arosemena, Ing.

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

### **Diseño, Diagramación y Portada**

Kleber José Avelino Mosquera

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

### **Informática**

*Contacto Soporte Técnico*

Cindy Adriana Bohórquez Santana

rte@espol.edu.ec

Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador

## Indexadores / Directorios



e-revist@s



## Identificadores



## Sobre la revista

La **Revista Tecnológica Espol - RTE** es publicada de manera digital y de acceso abierto en su sitio web <http://www.rte.espol.edu.ec>. Se encuentra registrada en varios indexadores y directorios de bases de datos y cuenta con un proceso de evaluación continua de nuevas formas de indexación que permiten dar mayor visibilidad a los artículos publicados y a sus autores.

**RTE** presenta llamadas programadas para envío de artículos a través de la plataforma Open Journal System, garantizando como mínimo la publicación de dos volúmenes al año. Sin embargo, cada año se producen volúmenes adicionales sobre una temática específica (como un Monográfico o Dossier), o ediciones especiales relacionadas a un evento científico o tecnológico que recoge los artículos aceptados por pares ciegos y presentados en ponencias, previo a su publicación.



## Editorial

---

*Reciban un afectuoso saludo,*

*La **Revista Tecnológica Espol – RTE** se complace en presentar a ustedes su nueva publicación: el **Volumen 32 N° 2**. RTE, con 44 años de trayectoria, se ha caracterizado por publicar artículos con información científica y tecnológica. Su propósito, a lo largo de este tiempo, ha sido promover la investigación formativa universitaria y ofrecer un espacio de reconocimiento internacional a los investigadores en todas las áreas del conocimiento.*

*En este nuevo número se presentan 11 artículos de diferentes sectores como: transporte, telecomunicaciones, medio ambiente, matemáticas aplicadas, diseño web, tecnología, educación, lenguas, emprendimiento sostenible, automotriz. Hemos recibido importantes aportaciones de diferentes instituciones, de educación superior y centros de investigación.*

*Los artículos, en su mayoría, son de investigación científica novedosos y originales, de autores nacionales y extranjeros. También tienen su espacio, artículos técnicos sobre presentaciones y descripciones de aplicaciones prácticas, estudios exploratorios, análisis o revisión literaria que incentivan el trabajo de los futuros investigadores. ¡Bienvenido nuevamente. Disfruten su nueva Revista!*

---

**Nayeth I. Solórzano Alcivar**, Ph.D.  
Director General Editorial (Editor in Chief)  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador  
ORCID: 0000-0002-5642-334X

## Índice

---

### INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

- 13 *Una Solución al Método de Newton-Raphson de Orden Cuadrático para Acelerar la Convergencia de Algoritmos Iterativos de Varias Variables*
- 19 *Estructura y Maquetación con Diseño Adaptativo para Sitios Web sobre Autismo*
- 35 *Algoritmo Semiautomático para Mapear Incendios Forestales y Estimar la Recuperación Vegetal Mediante Imágenes Landsat-8*
- 43 *Comunicación Basada en Radio Cognitiva sobre Radio Definido por Software*
- 51 *Aplicación de la Técnica de Diagnóstico por Imágenes en la Evaluación Funcional de Sistemas Electrónicos de Aceleración*

### CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

- 59 *Análisis del Conocimiento del Contenido Pedagógico Tecnológico (TPCK) en Educación Superior*
- 67 *Adecuación Curricular para Incremento del Vocabulario del Idioma Inglés en los Estudiantes de Octavo Año de Guayaquil*
- 79 *Preferencias en Modalidades de Clases y sus Herramientas*
- 89 *Análisis del Nivel de Opacidad de la Flota de Buses Urbanos de la Cooperativa Uncometro S.A.*
- 95 *Estado Actual de la Basura Aérea Provocada por Cables de Comunicación en Desuso*
- 99 *Emprendimiento Sostenible: Oportunidad Socio-Ecológica*

# **INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

---



# Una Solución al Método de Newton-Raphson de Orden Cuadrático para Acelerar la Convergencia de Algoritmos Iterativos de Varias Variables

## A Solution to the Newton-Raphson Method of Quadratic Order to Accelerate the Convergence of Iterative Algorithms of Several Variables

**Pedro Echeverría Briones**  
Universidad Ecotec  
Guayaquil, Ecuador  
pecheverria@dmgs.ecotec.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-4921-1111

**Resumen**— Actualmente se busca reducir los tiempos de ejecución de los algoritmos iterativos que son usados en las optimizaciones que ayudan a la sociedad a encontrar raíces, máximos y mínimos en soluciones a modelos de tipos prescriptivos. Estos algoritmos nacen como respuestas de las matemáticas aplicadas para que puedan ser ejecutadas en cualquier tipo de ordenadores y en lo que hoy en día predomina que son los ordenadores móviles, que por sus recursos limitados nos vemos obligados a disminuir el tiempo usado en el procesador, buscando la convergencia en problemas de funciones de muchas variables. Algunos algoritmos solo llegan a explotar los polinomios de grado 1, dejando por fuera algunas soluciones no lineales, que pueden acelerar la convergencia al aproximar la búsqueda la raíz de una función polinómica de grado 2. En este trabajo se van a demostrar cuáles serían las condiciones para que este tipo de modelos puedan converger, en modelos de 1 variable y de 2 variables, pudiendo determinar una generalidad sobre este tipo de expresiones. Finalmente, se procederá a experimentar con una herramienta sencilla de programación como una hoja de cálculo, para mostrar que existe rapidez en la convergencia hacia la raíz de la función.

**Abstract**— Currently, it is sought to reduce the execution times of the iterative algorithms that are used in the optimizations that help society to find roots, maximums and minimums in solutions to prescriptive models. These algorithms are born as the responses of applied mathematics to be executed in any type of computer, predominantly mobile computers, which due to their limited resources, we are forced to reduce the time spent in the processor to seek convergence in function problems of several variables. Some algorithms only manage to exploit polynomials of degree 1, leaving out some non-linear solutions, which can accelerate convergence by approaching the search for the root of a polynomial function of degree 2. This work aims to demonstrate the conditions for this type of models to converge in 1-variable and 2-variable models, being able to determine a generality about this type of expressions. Finally, it proceeds to experiment with a simple programming tool such as a spreadsheet, to demonstrate that there is speed in the convergence towards the root of the function.

**Palabras Clave:** Iteración, cuadrática, convergencia, raíces, máximos, mínimos.

**Keywords:** Iteration, quadratic, convergence, roots, maximum, minimum.

---

**Enviado:** 29/09/2020

**Aceptado:** 04/11/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Desarrollo, III Experimentación, IV Conclusiones.

**Como citar:** Echeverría, Pedro. (2020). Una Solución al Método de Newton-Raphson de Orden Cuadrático para Acelerar la Convergencia de Algoritmos Iterativos de Varias Variables. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/777>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/777>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.777>

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo de los algoritmos iterativos quedan interrogantes poco exploradas como ¿Es posible que el método de Newton-Raphson pueda ser extendido a un polinomio de grado 2? ¿Puede una secuencia de parábolas aproximar en un intervalo a una función? ¿Cuáles son los argumentos que se deben de realizar para seleccionar una de las dos raíces dentro del algoritmo? ¿Es de fácil implementación este tipo de algoritmos con polinomios de grados 2 en un programa informático? ¿Por qué se debe de invertir en la búsqueda de estos algoritmos?

El objetivo es llegar a encontrar un algoritmo que utilizando la aproximación de un polinomio de grado 2, pueda hacer que una de sus raíces converja hacia la raíz de la función. Para lograrlo se utilizará principalmente el Teorema de Taylor debido a que por los supuestos se obtiene el método de Newton-Raphson. Siendo estos supuestos los que se van a utilizar para expandir el polinomio de Taylor de grado 2, encontrando los criterios de convergencia en la selección de sus raíces. Esto se lo va a repetir en funciones de dos variables, para encontrar la generalidad en funciones de varias variables.

Se agregarán algunos elementos de experimentación con respecto a la convergencia del método de orden cuadrático para mostrar los resultados obtenidos.

### A. Teorema de Taylor

Sea  $f$  una función  $n$  veces diferenciable en un intervalo abierto, que contenga a  $x_0$ . Entonces para todo  $x$  en el intervalo abierto, se puede aproximar a la función  $f$  por el polinomio de Taylor [1]:

$$f(x) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{f^{(m)}(x_0)}{m!} (x - x_0)^m \quad (1)$$

De la ecuación (1) se obtiene la expresión del método de Newton-Raphson, para polinomios de grado uno [2] [3]:

$$f(x_{n+1}) = f(x_n) + \frac{f'(x_n)}{1!} (x_{n+1} - x_n). \quad (2)$$

Usando una extensión del método anterior, obtenemos el polinomio de Taylor de grado dos que se convertirá en la base, para demostrar la convergencia del método por medio de los criterios para determinar la raíz del polinomio que se aproxime a la raíz de la función.

$$f(x_{n+1}) = f(x_n) + \frac{f'(x_n)}{1!} (x_{n+1} - x_n) + \frac{f''(x_n)}{2!} (x_{n+1} - x_n)^2. \quad (3)$$

### B. Polinomio de Taylor para dos variables de orden cuadrático

Sea una función  $f(x_{1\ i+1}, x_{2\ i+1})$  la cual puede ser  $n$  veces diferenciable en algún subconjunto abierto de su dominio, su polinomio de Taylor de grados 2 [4] [5]:

$$f(x_{1\ i+1}, x_{2\ i+1}) = f(x_{1\ i}, x_{2\ i}) + \sum_{j=1}^2 \frac{\partial f(x_{1\ i}, x_{2\ i})}{\partial x_j} (x_{j\ i+1} - x_{j\ i}) + \quad (4)$$

$$\frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \frac{\partial^2 f(x_{1\ i}, x_{2\ i})}{\partial x_j \partial x_k} (x_{j\ i+1} - x_{j\ i})(x_{k\ i+1} - x_{k\ i}).$$

### C. Análisis Matemático

1. Definición de la solución cuadrática a  $z^2 + b z + c=0$ . La fórmula para obtener las raíces de una ecuación cuadrática [2], es:

$$z = \frac{-b \pm \sqrt{(b)^2 - 4ac}}{2a}. \quad (5)$$

2. La función debe de ser diferenciable hasta el segundo orden, consiguiendo una aproximación de un polinomio cuadrático de la función.

3. Al ser una raíz la función tendrá el valor de cero.

4. La función en su segunda derivada debe de ser distinta de cero.

## II. DESARROLLO

### D. Convergencia del método cuadrático para el método de Newton-Raphson de funciones de una variable

Por los supuestos realizados en la sección previa podemos deducir de la ecuación (3) cuando  $n \rightarrow \infty$  que

$$f(x_{n+1}) = 0 \quad [3]:$$

$$0 = f(x_n) + \frac{f'(x_n)}{1!} (x_{n+1} - x_n) + \frac{f''(x_n)}{2!} (x_{n+1} - x_n)^2. \quad (6)$$

Utilizando la ecuación (5) con los valores  $a$ ,  $b$  y  $c$  de la ecuación (6):

$$(x_{n+1} - x_n) = \frac{-b \pm \sqrt{(b)^2 - 4ac}}{2a}. \quad (7)$$

$$(x_{n+1} - x_n) = \frac{-f'(x_n) \pm \sqrt{(f'(x_n))^2 - 4 \frac{f''(x_n)}{2} f(x_n)}}{2 \frac{f''(x_n)}{2}} \quad (8)$$

Despejando en la ecuación (8):

$$x_{n+1} = x_n + \frac{-f'(x_n) \pm \sqrt{(f'(x_n))^2 - 2f''(x_n)f(x_n)}}{f''(x_n)} \quad (9)$$

donde  $f''(x_n) \neq 0$ .

Encontrando un problema de convergencia dado que  $x_{n+1}$  podría tomar dos valores diferentes debido a los signos de la raíz cuadrada. Para seleccionar el signo, hacemos uso de dos supuestos:

1. Cuando  $n \rightarrow \infty$  entonces  $f(x_n) = 0$
2. Cuando  $n \rightarrow \infty$  entonces  $(x_{n+1} - x_n) = 0$

Reduciendo la ecuación (9) en:

$$\frac{-f'(x_n) \pm \sqrt{(f'(x_n))^2}}{f''(x_n)} = 0. \quad (10)$$

Despejando el divisor de la ecuación (10):

$$-f'(x_n) \pm \sqrt{(f'(x_n))^2} = 0. \quad (11)$$

Remplazando  $\sqrt{(f'(x_n))^2} = |f'(x_n)|$ , en la ecuación (11):

$$-f'(x_n) \pm |f'(x_n)| = 0. \quad (12)$$

Al despejar de la ecuación (12):

$$f'(x_n) = \pm |f'(x_n)|. \quad (13)$$

Esta igualdad solo se puede producir si se usa la función signo de  $f'(x_n)$  por  $\pm$  de la ecuación (13). Siendo este el principal elemento de convergencia que reduce de dos posibles soluciones a una solución.

$$f'(x_n) = \text{sgn}(f'(x_n))|f'(x_n)|. \quad (14)$$

Al sustituir la función signo de  $f'(x_n)$  de la ecuación (14) por el  $\pm$  de la ecuación (9) obtenemos:

$$x_{n+1} = x_n + \frac{-f'(x_n) + \text{sgn}(f'(x_n))\sqrt{(f'(x_n))^2 - 2f''(x_n)f(x_n)}}{f''(x_n)}. \quad (15)$$

$$x_{n+1} = x_n + \left(1 - \left(1 - \frac{2f''(x_n)f(x_n)}{(f'(x_n))^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \frac{f'(x_n)}{f''(x_n)} \quad (16)$$

Por los supuestos realizados en la sección previa es convergente en los valores de iniciales que sean válidos.

#### E. Convergencia del método cuadrático para el método de Newton-Raphson de funciones de dos variables

Continuando con la ecuación (4), cuando  $n \rightarrow \infty$  entonces  $f(x_{1\ n+1}, x_{2\ n+1}) = \mathbf{0}$ , por tanto:

$$0 = f(x_{1\ n}, x_{2\ n}) + \frac{\partial f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1} (x_{1\ n+1} - x_{1\ n}) + \frac{\partial f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_2} (x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1 \partial x_1} (x_{1\ n+1} - x_{1\ n})^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1 \partial x_2} (x_{1\ n+1} - x_{1\ n})(x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_2 \partial x_2} (x_{2\ n+1} - x_{2\ n})^2. \quad (17)$$

Por lo que se repite la forma de las ecuaciones cuadráticas, para cada una de las variables. Para  $x_1$ , se encuentran los siguientes factores cuadráticos:

$$a_1 = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1 \partial x_1} \quad (18)$$

$$b_1 = \frac{\partial f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1} \quad (19)$$

$$c_1 = f(x_{1\ n}, x_{2\ n}) + \frac{\partial f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_2} (x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1 \partial x_2} (x_{1\ n+1} - x_{1\ n})(x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_2 \partial x_2} (x_{2\ n+1} - x_{2\ n})^2 \quad (20)$$

Al remplazar las ecuaciones (18), (19) y (20) en la ecuación (5):

$$(x_{1\ n+1} - x_{1\ n}) = \frac{-b_1 \pm \sqrt{(b_1)^2 - 4a_1 c_1}}{2a_1}. \quad (21)$$

Utilizando la función que produce la convergencia usando la ecuación (15), nos daría:

$$(x_{1\ n+1} - x_{1\ n}) = \frac{-b_1 + \text{signo}(b_1)\sqrt{(b_1)^2 - 4a_1 c_1}}{2a_1} = -\left(1 - \left(1 - \frac{4a_1 c_1}{(b_1)^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \frac{b_1}{2c_1} \quad (22)$$

$$x_{1\ n+1} = x_{1\ n} - \left(1 - \left(1 - \frac{4a_1 c_1}{(b_1)^2}\right)^{\frac{1}{2}}\right) \frac{b_1}{2c_1}. \quad (23)$$

Produciendo un efecto circular entre los valores de  $x_{1\ n+1}$  debido a que está en función de  $x_{2\ n+1}$  y viceversa. Por lo que se plantean dos casos que puedan ocurrir (1)  $(x_{1\ n+1} - x_{1\ n}) = 0$ ; (2)  $(x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) = 0$ , cuando  $n \rightarrow \infty$ .

Al analizar solo el caso (2) se tendría dos supuestos  $(x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) = 0$  y  $c_1 = 0$ . Pero ambos supuestos no se darán en la misma iteración.

Lo primero en el caso (2) sería analizar qué pasaría si primero  $(x_{2\ n+1} - x_{2\ n}) = 0$ . Siendo importante que  $x_{1\ n+1}$  no aparezca como argumento de la función de  $x_{2\ n+1}$ . Quedando  $b_1$  y  $c_1$ :

$$b_1 = \frac{\partial f(x_{1\ n}, x_{2\ n})}{\partial x_1} \quad (24)$$

$$c_1 = f(x_{1\ n}, x_{2\ n}). \quad (25)$$

Simplificando la ecuación (23) usando la equivalente ecuación (16), nos quedaría una ecuación que utiliza derivadas parciales de  $x_{1 n}$

$$x_{1 n+1} = x_{1 n} - \left( 1 - \left( 1 - \frac{2 \frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_1 \partial x_1} f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\left( \frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_1} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \frac{\frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_1}}{\frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_1 \partial x_1}} \quad (26)$$

Lo segundo en el caso (2) sería analizar qué pasaría si  $c1 = 0$ , entonces se podría obtener:

$$0 = f(x_{1 n}, x_{2 n}) + \frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2} (x_{2 n+1} - x_{2 n}) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2 \partial x_2} (x_{2 n+1} - x_{2 n})^2. \quad (27)$$

Repetiéndose el modelo de la ecuación (6) para:  $(x_{2 n+1} - x_{2 n})$ . Obteniendo la solución al remplazar en la ecuación (15):

$$x_{2 n+1} = x_{2 n} - \left( 1 - \left( 1 - \frac{2 \frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2 \partial x_2} f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\left( \frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \frac{\frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2}}{\frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_2 \partial x_2}} \quad (28)$$

Repetiendo el patrón del modelo de la ecuación (26) en la ecuación (28).

Al analizar el caso (1) y repitiendo el proceso anterior que obtuvo las ecuaciones (26) y (28), se puede demostrar que se llega a las mismas ecuaciones solo que en otro orden.

F. Generalización

Se utilizará la expresión generalizada de la expresión de la serie de Taylor para k número de variables, donde l sería un numero entre 1 y k. Se producirá la siguiente expresión:

$$x_{l n+1} = x_{l n} - \left( 1 - \left( 1 - \frac{2 \frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_l \partial x_l} f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\left( \frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_l} \right)^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right) \frac{\frac{\partial f(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_l}}{\frac{\partial f^2(x_{1 n}, x_{2 n})}{\partial x_l \partial x_l}} \quad (29)$$

G. Algoritmo iterativo

Se evaluará variable por variable, dejando fijas a las otras variables en ese procedimiento. Manteniendo los valores obtenidos de las variables evaluadas en n+1.

Para Dos Variables el algoritmo sería:

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Etapa Cero                   | $(x_{1 0}, x_{2 0})$   |
| Etapa n                      | $(x_{1 n}, x_{2 n}) \rightarrow (x_{1 n}, x_{2 n+1})$<br>$(x_{1 n}, x_{2 n+1}) \rightarrow (x_{1 n+1}, x_{2 n+1})$ |
| Donde $n \rightarrow \infty$ |  |

Lo que asegura las convergencias haciendo que las iteraciones se conviertan en un procedimiento serial.

III. EXPERIMENTACIÓN

Se propone la siguiente función  $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2 - 100 = 0$  para analizar la convergencia. En la TABLA I se muestran los resultados obtenidos usando Ms Excel para verificar con facilidad.

TABLA I  
CONVERGENCIA PARA DETERMINAR x1 Y x2

| n | $x_{1 n}$  | $x_{2 n}$ | $x_{1 n+1}$ | $x_{2 n+1}$ | Error Absoluto |
|---|------------|-----------|-------------|-------------|----------------|
| 1 | -2         | 9         | -2          | 9,76782     | 0,58955811     |
|   | -2         | 688       | -2,1378836  | 688         | 0,01901188     |
| 2 | -2,1378836 | 9,76782   | -2,1378836  | 9,76879     | 9,4691E-07     |
|   | -2,1378836 | 688       | -2,1378838  | 997         | 4,2633E-14     |
| 3 | -2,1378838 | 9,76879   | -2,1378838  | 9,76879     | 1,4211E-14     |
|   | -2,1378838 | 688       | -2,1378838  | 997         | 0              |
| 4 | -2,1378838 | 9,76879   | -2,1378838  | 9,76879     | 0              |
|   | -2,1378838 | 688       | -2,1378838  | 997         | 0              |
| 5 | -2,1378838 | 9,76879   | -2,1378838  | 9,76879     | 0              |
|   | -2,1378838 | 688       | -2,1378838  | 997         | 0              |
| 6 | -2,1378838 | 9,76879   | -2,1378838  | 9,76879     | 0              |
|   | -2,1378838 | 688       | -2,1378838  | 997         | 0              |

Se propone la siguiente función  $f(x_1, x_2) = x_1^3 x_2^3 - 100 = 0$  para analizar la convergencia. En la TABLA II se muestran los resultados obtenidos usando Ms Excel para verificar con facilidad.

TABLA II  
CONVERGENCIA PARA DETERMINAR x1 Y x2

| n | $x_{1 n}$ | $x_{2 n}$ | $x_{1 n+1}$ | $x_{2 n+1}$ | Error Absoluto |
|---|-----------|-----------|-------------|-------------|----------------|
| 1 | 3         | 3         | 3           | 1,8361786   | 629            |
|   | 3         | 1,8361786 | 2,5540729   | 8           | 67,150826      |
| 2 | 2,5540729 | 1,8361786 | 2,5540729   | 1,8173929   | 3,1441672      |
|   | 8         | 1,8173929 | 2,5539820   | 8           | 2              |
| 3 | 2,5540729 | 8         | 2,5539820   | 1,8173929   | 0,0106856      |
|   | 8         | 2         | 2           | 2           | 9              |
| 4 | 2,5539820 | 1,8173929 | 2,5539820   | 1,8173929   | 1,2686E-07     |
|   | 2         | 2         | 2           | 2           | 0              |
| 5 | 2,5539820 | 1,8173929 | 2,5539820   | 1,8173929   | 0              |
|   | 2         | 2         | 2           | 2           | 0              |
| 6 | 2,5539820 | 1,8173929 | 2,5539820   | 1,8173929   | 0              |
|   | 2         | 2         | 2           | 2           | 0              |



#### IV. CONCLUSIONES

1. Al usar el signo para determinar el siguiente punto, estamos consiguiendo un algoritmo que es simple de programar.
2. El algoritmo plantea una restricción en el punto de inicio, que debe de cumplir el valor de la raíz cuadrada sea un número real, lo cual nos evita tener iteraciones que sean divergentes.
3. Haciendo un paralelismo con otros algoritmos iterativos, como Gradiente Descendiente, que tiene la particularidad de tener un  $\lambda$  que multiplica el gradiente de la función, debería tender a disminuir. Lo cual es demostrable y calculable por este procedimiento. Pudiéndose determinar tablas que ayudan a indicar el valor sugerido de reducción porcentual del  $\lambda$ .

#### REFERENCIAS

- [1] M. Laczovich y V. T.Sós, *Real Analysis Series, Functions of Several Variables, and Applications*, New York: Springer, 2017.
- [2] L. Leithold, *El Cálculo*, México: Oxford University Press, 1998.
- [3] J. T. A. Marsden, *Cálculo Vectorial*, México DF: Addison-Wesley Iberoamericana, 1991.
- [4] J. Artega y M. Malakhaltsev, *Cálculo vectorial*, México: Cengage Learning Editores S.A., 2013.
- [5] R. Burden, D. Faires y A. Burden, *Análisis Numérico*, México: Cengage Learning, 2017.
- [6] S. Weintraub, *Differential forms, a complement to vector calculus*, New York: Academic Press, 1996.
- [7] S. Colley, *Vector Calculus*, New York: Pearson, 2012.
- [8] G. M. Phillips y P. J. Taylor, *Academic Press*, New York: Academic Press, 1996.
- [9] S. D. Conte, *Elementary numerical analysis: algorithmic approach*, New York: McGraw-Hill, 1980.
- [10] A. E., M. R. Taylor, *Advanced Calculus*, New York: Wiley, 1983.



## Estructura y Maquetación con Diseño Adaptativo para Sitios Web sobre Autismo

### Structure and Mock-Up with Responsive Design for Websites about Autism

**Victoria Salcedo**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
vsalcedo@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-8519-768X

**Nayeth Solórzano Alcívar**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
nsolorza@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-5642-334X

**Lourdes Pilay**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
mdpilay@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-9496-1149

**Resumen**— En la actualidad, el internet es una de las principales fuentes de información que acceden los padres de niños y niñas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), o que sospechan que sus hijos lo puedan tener. Esta situación hace relevante la existencia de sitios web que ofrecen información a los padres y brindan ayuda en el proceso de acompañamiento de su familiar con TEA. En este artículo se analiza una propuesta de diseño de un sitio web para Autismo Ecuador, una organización que trabaja en beneficio de las personas con TEA y sus familias. Esta organización es una de las pocas en el país que cuenta con una página web, sin embargo, no está actualizada. La propuesta, presenta un estudio del diseño gráfico y su aplicación en el desarrollo de un sitio web estructurado y adaptativo para poblaciones involucradas con TEA, con el fin de otorgar mayor visibilidad e imagen comunicacional a Autismo Ecuador. La investigación ofrece un enfoque pragmático a través del diseño, se aplican herramientas cualitativas para el análisis y recolección de datos, con estrategias de Diseño Centrado en el Usuario. Inicia con técnicas como Design Thinking, etnografía y antropología visual, entrevistas y grupos focales, para recopilación de la información. Los resultados del análisis se toman como base para la maquetación y obtención de un diseño bien estructurado y pensado en el usuario. Un diseño previo a su implementación muestra la funcionalidad de un sitio web visualmente atractivo, con un elevado nivel comunicacional y aspectos adaptativos para su uso hasta en dispositivos móviles.

**Palabras Clave:** Diseño Web, Diseño Responsivo, Trastorno del Espectro Autista, TEA, Usabilidad.

**Abstract**— Nowadays, the Internet is one of the primary sources of information for parents of children diagnosed with the Autism Spectrum Disorder (ASD), or those who suspect that their children have it. This situation makes relevant the existence of websites that offer information to parents and provide help in the process of accompanying their family member with ASD. This article analyzes a proposal for the design of a website for Autism Ecuador, an organization that works for the benefit of people with ASD and their families. This organization is one of the few in the country with a website; however, it is not updated. This proposal presents a study of the graphic design and its application to develop a structured and adaptive website for populations involved with ASD, seeking to grant greater visibility and communicational image to Autism Ecuador. This research offers a pragmatic approach through design; qualitative tools are applied for data analysis and collection, with User Centered Design strategies. It begins with Design Thinking techniques, ethnography, visual anthropology, interviews, and focus groups, for data collection. The analysis results are taken as a basis for the layout and obtaining a well-structured and user-oriented design. A design before its implementation shows the functionality of a visually attractive website, with a high communicational level and adaptive aspects to be used even in mobile devices.

**Keywords:** Web Design, Responsive Design, Autism Ecuador, Autism Spectrum Disorder.

**Enviado:** 30/09/2020

**Aceptado:** 28/10/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Metodología, III Procesos de Diseño y Desarrollo, IV Presentación de Resultados y Discusión, V Conclusiones y Trabajos Futuros.

**Como citar:** Salcedo, Victoria., Solórzano, Nayeth., & Pilay, Lourdes. (2020). Estructura y Maquetación con Diseño Adaptativo para Sitios Web sobre Autismo. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/775>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/775>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.775>

## I. INTRODUCCIÓN

El internet es una de las principales fuentes de información para los padres que reciben el diagnóstico de sus hijos con Trastorno del Espectro Autista (TEA) o que sospechan que lo puedan tener, por tanto, se vuelve relevante para estas familias la existencia de sitios web que les permitan encontrar información confiable y que les brinde ayuda en el proceso de acompañamiento de su familiar con TEA. En este contexto, es indispensable que el contenido de los sitios web relacionados con TEA sea de calidad y confiable ya que de ello depende, en gran medida, las acciones a tomar por parte de quienes están relacionados o tienen responsabilidades de seguimiento y control de las personas diagnosticadas [1].

Hoy en día es común escuchar hablar del término “autismo”, sin embargo, el desconocimiento aún persiste. López-Chávez and Larrea-Castelo [2], afirman que este grupo social sigue a la espera de reconocimiento y atención en todos los ámbitos; inclúyase el de la salud, social, educativo e, inclusive, el económico. Su investigación pone en evidencia las dificultades que atraviesan las familias en Ecuador para acceder a un proceso de evaluación y diagnóstico.

Existen varias asociaciones en Ecuador que tienen como propósito informar y apoyar de alguna manera a las personas con TEA y a sus familias. Aunque muchas de las organizaciones en el país buscan brindar ayuda y servicios a este grupo social, muy pocas cuentan con un sitio web. Al realizar una búsqueda en internet acerca de sitios web sobre autismo en Ecuador, se encontraron pocos sitios. Entre ellos, se puede mencionar a la Fundación Entra a mi Mundo y Autismo Ecuador. Estas fundaciones, en sus páginas web, presentan el uso de plantillas preestablecidas y muestran una deficiencia en el proceso de diseño para su interfaz, respectivamente. Otras organizaciones como la Federación Ecuatoriana del Espectro Autista (FEDEA) y Fundación Asperger Ecuador redirigen a la red social Facebook, presentando sus contenidos con el uso de *fan pages*.

En el caso de Autismo Ecuador, organización sin fines de lucro, en el año 2013 crea un sitio web que busca sensibilizar a la comunidad. Para ello, difunde contenidos con información relevante acerca de esta condición. Sin embargo, el diseño de su sitio web se ha mantenido sin modificaciones desde su creación, por lo que no muestra contenido actualizado ni está sujeto a las tendencias que se manejan actualmente para el desarrollo de interfaces para sitios web. Por otro lado, Autismo Ecuador no se enlaza con otras redes sociales, lo que beneficiaría a la visibilidad del sitio, tampoco cuenta con un diseño responsivo. Quiere decir, que no se adapta a dispositivos móviles lo que, hoy en día, es muy importante para cualquier organización que desee difundir ampliamente sus contenidos.

La necesidad de sitios web actualizados y con diseño responsivo se revisa a través de este caso, pues a pesar de que la página de Autismo Ecuador aparentemente se encuentra posicionada entre los primeros lugares en su género en visualización de búsqueda local con 9349 visitas entre el año 2019 a junio del 2020, se tiene como resultado que el sitio es visitado, pero abandonado casi inmediatamente. Esta información se puede constatar por

medio de las estadísticas que arroja el servidor y que indican que el 81,3% de los usuarios abandona el sitio en menos de 30 segundos de haber ingresado.

En su página web, Autismo Ecuador declara que su misión es convertirse en la agrupación social más importante del país con el propósito de velar y mejorar las condiciones de vida de las personas con autismo y su familia. De esta forma se busca apoyar el logro de su objetivo. Se toma este caso para constatar que el efecto de maquetación de un sitio estructurado, intuitivo y con diseño adaptativo, sirve como estrategia fundamental para obtener mayor visibilidad y tiempo de visita en una página web.

El presente artículo guía el proceso de un nuevo diseño para el sitio web de Autismo Ecuador cuyo fin es lograr un mayor posicionamiento, ampliando su visibilidad para continuar con su objetivo de difusión y sensibilización sobre la condición del TEA. Al mismo tiempo, brinda a los padres y familiares de personas con TEA información y orientación oportuna.

### A. Estado del arte

Se ha demostrado que los padres tienen como principal fuente de información el internet, sin embargo, es importante recalcar que revisar información de varias fuentes puede resultar confuso y poco confiable [3]. Por lo que se considera que el sitio actualizado, bien estructurado e intuitivo, con contenidos apropiados y según las necesidades de los padres y comunidad en general relacionados con niños, jóvenes y adultos diagnosticados con TEA, puede convertirse en una herramienta de apoyo informativo muy relevante para este grupo social. Para ello, previo al desarrollo del sitio web, se debe considerar los siguientes aspectos: Identificar el público objetivo para el cual estará dirigido el proyecto, analizar los temas relevantes que se investigarán según el contexto para su elaboración, determinar los diseños y elementos visuales a desarrollar, utilizar según un análisis preliminar y organizar la información pertinente a presentar en el sitio web.

1) *El Trastorno del Espectro Autista y su difusión en Ecuador*: La American Psychiatric Association (APA) en el 2013, por medio del Manual de Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales Quinta Edición (DSM-5) agrupa en un solo concepto los criterios de los trastornos generalizados del desarrollo: Trastorno del Espectro Autista, y lo define como “un déficit persistente en la comunicación social y la interacción social en distintos contextos, no explicable por un retraso general en el desarrollo” [4] (p. 684).

Autores como Salvadó, Palau, Clofent, Montero and Hernández [5] y McPartland, Reichow and Volkmar [6] coinciden en que, si bien el TEA se manifiesta de diversas maneras y con conductas diferentes en cada individuo, esta condición presenta algunas características precisas que lo identifican. Entre ellas tenemos: la dificultad para comunicarse y socializar, dificultad para desarrollar el lenguaje y, además, los intereses focalizados y comportamiento repetitivo, tal como se especifica en la última edición del DSM-5.

Cualquier indicio sobre las características mencionadas puede ser observado durante los primeros tres años de vida, lo que da grandes posibilidades para tomar acción y mejorar la calidad de vida de una persona con TEA [7]. Esta identificación se logra a través de intervenciones idóneas y adaptadas a las necesidades de cada sujeto. No obstante, como dice la Asociación Psiquiátrica Americana (*American Psychiatric Association*) [8], el TEA “puede no ser detectado hasta más tarde debido a las mínimas demandas sociales y al apoyo en los primeros años de los padres” [7] (p. 244).

Salvadó, Palau, Clofent, Montero and Hernández [5], destacan tres grandes grupos en los que se dividen estos tratamientos: Las prácticas basadas en la evidencia, las prácticas basadas en la intervención y las terapias bajo los modelos globales de tratamiento. Sin embargo, Prizant, Wetherby and Rydell [9], sugieren la integración de las intervenciones en un solo grupo que contengan dos extremos: uno de tratamientos conductuales rigurosos, y en el otro los tratamientos que se enfocan en el desarrollo social, ya que se considera que de esta manera se obtienen mejores resultados.

En el 2007, Naciones Unidas declaró el 2 de abril como el Día Mundial de la Concienciación sobre el Autismo [10]. Según los padres y familiares de personas con TEA, durante los últimos años se ha adoptado en el país, con el apoyo de algunos organismos públicos, la iniciativa de “pintar” o “encender” este día de azul, que es el color que representa al TEA a nivel mundial, con la finalidad de dar notoriedad en la sociedad sobre esta condición. Por medio de concentraciones de algunas organizaciones del país y el encendido de luces azules en edificios o monumentos de algunas ciudades se busca, de alguna manera, recordarle a la sociedad que existen personas con esta discapacidad.

Entre estas organizaciones se encuentran FEDEA, Fundación Entra a Mi Mundo, Fundación Asperger Ecuador, Centro Psicoeducativo Integral Isaac, Asociación de Padres APADA del Ecuador, Fundación Comunicar y Autismo Manabí. Tomando en cuenta la referencia anterior, si hacemos un recorrido en un buscador de internet, la gran mayoría de organizaciones no cuenta con un sitio web; en su lugar, tienen como medio principal de difusión la red social Facebook por medio de *fan pages*.

2) *Sitios web relacionados con TEA*: Coincidiendo con varios autores, [Reichow, Halpern, Steinhoff, Letsinger, Naples and Volkmar [3]], afirman que el internet es el medio por el cual la mayoría de las personas obtienen información y que entre los principales motores de búsqueda se encuentra Google. Así mismo, los padres o familiares de personas con TEA también tienen como principal fuente de información el internet para realizar búsquedas sobre este tema [11].

A pesar de esto, estudios como el realizado por Eysenbach and Köhler [12] demostraron que, al ejecutar búsquedas relacionadas con temas de salud en internet, accedían a la información rápidamente, pero solía no ser de una calidad confiable. En relación con lo anterior, Scullard, Peacock and Davies [13], manifiestan en su estudio que, al hacer una búsqueda en Google sobre autismo, se produjeron muchos resultados, aunque carentes de exactitud.

Reichow, Halpern, Steinhoff, Letsinger, Naples and Volkmar [3], hicieron un experimento rápido para demostrar el incremento del interés por los temas relacionados con el autismo en el año 2010. Referente a este experimento, al realizar una prueba en Google utilizando como palabra clave “autismo”, en julio de 2020, el motor de búsqueda arrojó un resultado de 22,600,000 enlaces relacionados con el tema, lo que confirma que al pasar de los años sigue aumentando el interés por el TEA.

Entonces, si bien es cierto que se muestra un incremento en el interés por los temas relacionados con el autismo, no hay mucha información respecto a los sitios web sobre el TEA, como aseguran Reichow, Halpern, Steinhoff, Letsinger, Naples and Volkmar [3]. Su afirmación se basa en estudios realizados por Chowdhury, Drummond, Fleming and Neitfeld [11], entre los cuales destaca que se hizo una revisión de 145 páginas web, de las cuales un 80% mostraban contenido que no era verificable. Con relación a esto, Bernstam, Shelton, Walji and Meric-Bernstam [14], afirman que no hay una guía adecuada para dar con sitios web que contengan temas sobre TEA de buena calidad.

Dado que es difícil acceder a información relacionada con autismo por los medios tradicionales y que es el internet la mayor fuente de contenido, en el estudio realizado por Chowdhury, Drummond, Fleming and Neitfeld [11], se reunieron sitios web que podrían resultar de utilidad para padres de infantes con TEA, sugiriendo que la calidad de los mismos pueda ser sometida a una evaluación, dado que “coloca a las familias en riesgo de sacar conclusiones sospechosas con respecto a las opciones de tratamiento” (p. 158).

3) *Diseño y desarrollo de sitios web*: Pedraza-Jiménez, Blanco, Codina and Cavaller [15], sugieren que para el desarrollo o modificación de cualquier sitio web, se debe detallar las características que va a tener en el documento de Especificación de Requerimientos (ER). Esto garantiza que se cumpla el proceso de implementación según lo establecido previamente. También manifiestan que es necesario tomar en cuenta los aspectos funcionales, es decir, los objetivos del sitio web, su público objetivo y las tareas que se van a realizar dentro del sitio. Además, hay que prestar importante atención a los aspectos técnicos, ya que son los que pueden afectar directamente al diseño.

Otro aspecto a tomar en cuenta, como afirma Veloz [16], es que los sitios web deben adaptarse a diversos medios, dado el continuo uso de los teléfonos inteligentes, tabletas e incluso televisores para visualizarlos. “La navegación, utilizando un tipo u otro de dispositivo, cambia de forma radical la experiencia del usuario y por lo tanto los sitios web deben adaptarse a todos estos formatos” (p. 60).

De esta forma surge el término “*Responsive Web Design*” en el año 2008. Su autor, Ethan Marcotte, formó parte del equipo encargado del rediseño de sitio web de The Boston Globe bajo el término “*web para todos*”, siendo uno de los primeros en adaptarse a estos cambios, lo que permitió el acceso al sitio desde varios dispositivos [16]. Para los diseños responsivos en sitios web para clientes corporativos, Harrell [17] sugiere que se “muestre el mismo contenido a los usuarios, independientemente del dispositivo que estén usando. La única diferencia entre

pantallas y plataformas es que se tiene que diseñar para varios tamaños de pantalla” (p. 77).

De la mano con el diseño responsivo está la usabilidad, que se mide en factores como eficacia, eficiencia y satisfacción. Como sostiene Krug [18], en el diseño todo tiene que ver con factores que determinen compensaciones, debido a que siempre existen limitaciones. Estos son factores muy importantes a considerar, ya que pueden repercutir directamente en la experiencia del usuario dentro de un sitio web.

Con respecto al acceso a la web, Egri y Bayrak [19] afirman que un usuario generalmente utiliza primero ciertos motores de búsqueda para dirigirse a un sitio web, incluso, sabiendo la dirección de este; siendo Google el más popular. Esta es una de las razones por lo que en la actualidad técnicas como SEO (*Search Engine Optimization*) son tomadas en consideración como parte del proceso de desarrollo de un sitio web para contribuir a su visibilidad, ya que permiten ubicarlo, mediante su correcta configuración, entre los primeros lugares de búsqueda.

En general, se determinan aspectos relacionados con la necesidad de sitios web bien informados sobre áreas específicas de interés de sus usuarios. Las necesidades de actualizar y utilizar diseño responsivo se revisan a través del caso de rediseño propuesto para la página de Autismo Ecuador la cual, a pesar de ubicarse como posicionada entre los primeros lugares de visualización en su género a nivel local, su tiempo de permanencia por visita de parte de los usuarios es mínimo.

## II. METODOLOGÍA

Partiendo del conocimiento del tema, el proyecto se definió con parámetros de investigación de nivel exploratorio. Se basó en paradigmas interpretivistas utilizando un método cualitativo como estrategias relacionadas con este enfoque desde el punto de vista del investigador [20]. Esto permitió delimitar la problemática según los antecedentes, la justificación del problema planteado y la definición del objetivo del proyecto, buscando resultados útiles y bien justificados respecto al diseño del nuevo sitio web, relevantes y representativos para el público objetivo.

Por medio de la revisión de la literatura y el análisis de otros sitios web bajo una investigación exploratoria y descriptiva sobre el tema de estudio, y llevando a cabo entrevistas a padres y expertos en el tema, se analizó la información recolectada aplicando métodos cualitativos.

Como resultado se desarrolló un cuestionario semiestructurado que sirvió como guía para las entrevistas relacionadas al caso sobre “*cómo esperan los usuarios ver el sitio web*” (ver Anexo A). Posteriormente, se realizaron procesos interpretativos de codificación abierta organizando los datos por códigos axiales, categorías, hasta llegar a temas de interés, logrando realizar un diseño estructurado de las necesidades e intereses planteados por los entrevistados con respecto a los actores involucrados en este caso.

Dada la naturaleza aplicativa de este proyecto, se elaboró un diseño estructural para la investigación del nuevo diseño del sitio web para Autismo Ecuador,

siguiendo estrategias sugeridas por Hassan and Martín [21] sobre procedimientos para el diseño de sitios accesibles.

Este nuevo sitio tuvo como punto de partida estrategias de análisis cualitativo que definieron los procesos metodológicos a seguir y las herramientas que fueron de utilidad para identificar los requerimientos funcionales en cuanto al público objetivo y las tareas que este realizará dentro del sitio. Considerando que todo proyecto de diseño pasa por tres etapas principales: Inspiración, ideación e implementación, se aplicaron métodos etnográficos y antropológicos, *Design Thinking* y estrategias de grupos focales y entrevistas para recolección y análisis de datos buscando empatizar con el usuario e identificando sus verdaderas necesidades referentes al sitio web (ver Fig. 1)

Bajo este concepto se definieron esquemas etnográficos y antropológicos que se deben tomar en consideración para desarrollar las características del sitio web. También, se aplicaron estrategias con *Design Thinking* considerando en el proceso los *insights* (revelaciones) de los autores o partes interesadas, basados en la recolección de datos primarios como parte del proceso de investigación aplicado al diseño que corresponde para el desarrollo de la propuesta. Inicia con el diseño de un prototipado hasta lograr el producto final acorde a las necesidades de los usuarios.

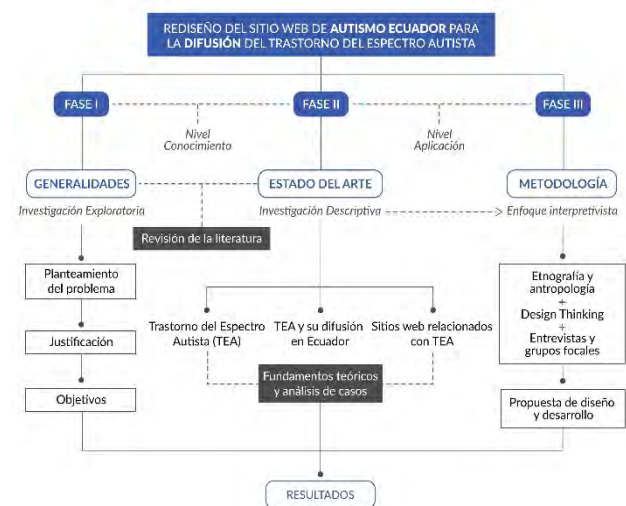


Fig. 1. Diseño de la metodología de investigación para la generación del nuevo sitio web de Autismo Ecuador

## III. PROCESOS DE DISEÑO Y DESARROLLO

Para el proceso de diseño y desarrollo de un sitio web de calidad sobre autismo, se deben considerar aspectos relacionados con el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), dado que esto permite la accesibilidad a un mayor rango de usuarios [21].

### A. Design Thinking

La metodología escogida para determinar las necesidades del usuario fue Design Thinking, definida como “una disciplina que usa la sensibilidad y los métodos del diseñador para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible” [22] (p. 4). Para la recolección y análisis de la información, se utilizó herramientas con un enfoque interpretivista y estrategias de métodos cualitativos.

**B. Etnografía y antropología visual**

Bajo un esquema observacional, se identificaron características que definen a los miembros de la comunidad TEA. Se utilizó la combinación de las herramientas *moodboard* y *coolboard*, lo que permitió establecer coincidencias en el estilo de vida de las familias de personas diagnosticadas con TEA, como podemos ver en la Fig. 2 se determinó que el público objetivo abarca un rango amplio de tipologías que coinciden en varios aspectos que giran en torno al diagnóstico de su familiar. Además, las personas diagnosticadas con TEA también forman parte de este grupo objetivo.

Así mismo, se aplicaron estas herramientas para el proceso de observación y análisis de las tendencias en cuanto a criterios de diseño y estructura utilizados en los sitios web existentes relacionados con TEA en varios países del mundo, como vemos en la Fig. 3.



Fig. 2. Familias de personas con Trastorno del Espectro Autista

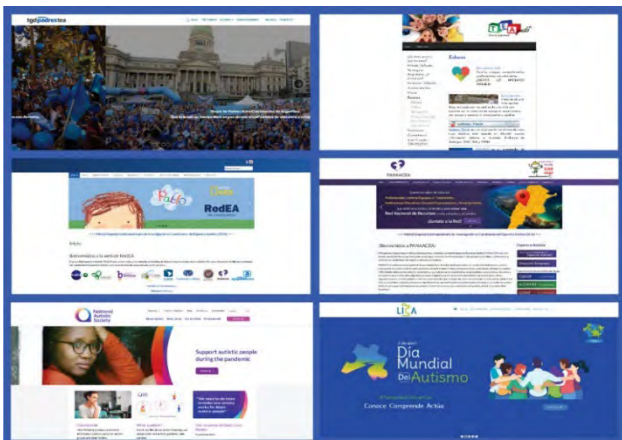


Fig. 3 Tendencias y diseño de sitios web relacionados con TEA

**C. Entrevistas y herramienta Personas**

Utilizando un modelo semiestructurado, se realizaron entrevistas a padres de niños, niñas y jóvenes con TEA con diferentes niveles de funcionamiento. Estas permitieron determinar el contexto y las dificultades que enfrenta la mayoría de los padres en cada etapa del diagnóstico de sus hijos o hijas. Además, se confirmó que la principal fuente

de información para un padre o familiar que sospecha o que ya ha recibido el diagnóstico es el internet; así mismo, que es por este medio que los involucrados buscan recursos que les permitan ayudar a sus familiares con autismo.

Adicional a lo anterior, los padres de familia coincidieron en que sería importante contar con un sitio web que les brinde herramientas y les permita compartir experiencias con otros padres o familiares de personas con autismo. Al mismo tiempo que es de gran ayuda para sobrellevar de mejor manera las diferentes etapas que se atraviesan en el acompañamiento de una persona con TEA.

Con base en las entrevistas, se desarrolló un perfil ficticio para la creación de un protagonista para la herramienta Personas (ver Fig. 4), que representa a todo un grupo objetivo. Este proceso permitió explorar a este público, lo que ayudó a empatizar e identificar más claramente cuáles son los aspectos en común que comparten los potenciales usuarios del sitio.

| PERSONAS   |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | <b>ACTIVIDADES DEL DÍA</b>   | <b>SUS METAS</b>   | <b>EXPERIENCIAS CLAVE</b>  |
|  | María trabaja en una empresa en el área de recursos humanos. Al terminar su jornada de trabajo, su esposo pasa por ella y recoge a sus tres hijos que se quedan durante el día en casa de su mamá. Ya en casa, aprovecha el tiempo que le queda en el día para compartir con su familia y luego descansar. El más pequeño está en proceso de evaluación por retrasos en su desarrollo, por lo que es un asunto que la mantiene preocupada y ocupa parte de la noche en investigar al respecto. | Quiere adquirir junto a su esposo una casa propia. Además, tiene el sueño de ser su propio jefe para poder administrar mejor su tiempo y dedicarlo más a sus hijos, en especial, al más pequeño que presenta dificultades.   | Convertirse en madre muy joven le dio un sentido de responsabilidad e independencia que pronto conllevaría a un distanciamiento de sus hijos por la carga laboral. La condición de su hijo menor lo hace replantearse algunos aspectos de su vida.                         |
|  | <b>LO QUE MÁS VALORA</b>   | <b>SUS NECESIDADES</b>   | <b>SU HISTORIA</b>   |
|  | El tiempo que puede compartir con su esposo e hijos.   | Lo que más necesita María en este momento son respuestas con respecto a los recursos en el desarrollo que está presentando su hijo menor, ya que se está volviendo cada vez más complicado su cuidado y su mamá ya no puede con él. Al momento no tiene tiempo para pensar en ella o en otras cosas. | Similar a la de la madre de familia promedio que trabaja al igual que su esposo para sustentar el hogar. Cuenta con la ayuda de su madre para cuidar a sus hijos, pero al menor al parecer requiere de cuidados especiales y se le está dificultando encontrar respuestas. |
| <b>NOMBRE:</b> María Pérez<br><b>EDAD:</b> 34 años<br><b>VIVE EN:</b> Norte de Guayaquil |  |  |  |

Fig. 4. Personaje ficticio basado en entrevistas (herramienta Personas)

**D. Grupos focales y mapa de experiencias**

Utilizando estrategias de *focus group*, se realizó un experimento en el que los participantes contaban sus experiencias luego de visitar el sitio actual de Autismo Ecuador. Estudiantes de diseño gráfico, comunicación social, profesionales en psicología y familiares de personas con TEA dieron sus impresiones en cuanto a aspectos positivos, negativos y sugerencias sobre el contenido y diseño, coincidiendo en que el sitio debía mejorar. Luego del experimento realizado con el *focus group*, se trazó la representación de su “Mapa de experiencias” dentro del sitio. Los resultados, según cómo percibieron su visita al sitio, se pueden observar en la Fig. 5.

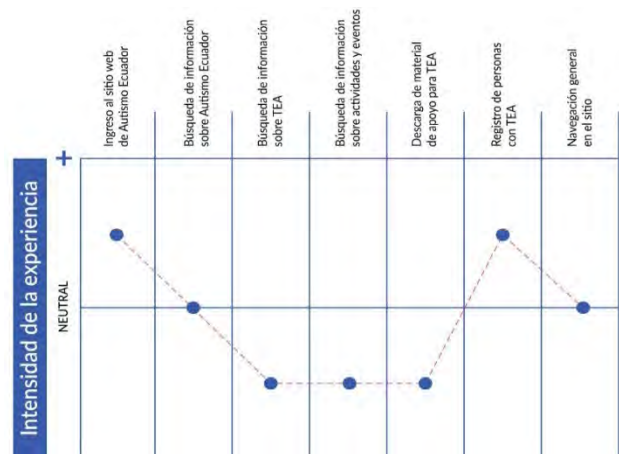


Fig. 5 Mapa de experiencias resultado del focus group

### E. Insights y concepto del proyecto

Para llegar a la determinación del concepto, se revisaron los resultados obtenidos del uso de los recursos metodológicos señalados anteriormente. En primer lugar, se codificaron y categorizaron los datos recolectados y en última instancia se contrastó la información obtenida. Durante este proceso se encontraron similitudes marcadas en los intereses y necesidades de los involucrados, con las que se logró identificar los siguientes *insights*:

- Padres desesperados en busca de respuestas al detectar anomalías en el desarrollo de sus hijos en edades tempranas.
- Los padres de niños con TEA están en constante búsqueda de ayuda e información para el acompañamiento en todas las etapas de sus hijos.
- Los padres o familiares de una persona con TEA esperan encontrar toda la información que necesita en un solo sitio web y rápidamente.
- Los padres de las personas diagnosticadas con TEA necesitan sentirse comprendidos, buscan empatía y la inclusión de sus hijos en todos los ámbitos.
- Los padres de los niños y niñas con TEA están sumergidos en constante estrés y agotamiento.

A partir de los *insights* identificados, se concluyó que la principal necesidad de los padres de niños y niñas con TEA es tener acceso a herramientas que brinden información confiable y ayuda oportuna para sobrellevar la condición de sus hijos dentro de un entorno empático y agradable. Como resultado se determinó el siguiente concepto aplicable al presente proyecto:

- Herramienta amigable que te brinda ayuda durante todo el proceso de acompañamiento de desarrollo de tu hijo o hija con TEA para mejorar la calidad de vida.

### F. Propuesta de diseño y desarrollo del nuevo sitio web

Esta sección inicia realizando un análisis del sitio web actual de Autismo Ecuador a nivel de composición, contenido y diseño como base para presentar la propuesta de un nuevo diseño, una vez identificadas las falencias visuales y comunicacionales de este sitio. Asimismo, se describen los criterios en cuanto a elementos de diseño, comunicación y experiencia de usuario que se han tomado en cuenta para el desarrollo del prototipado y maquetación del nuevo sitio web de Autismo Ecuador.

1) *Análisis del sitio actual de Autismo Ecuador*: El sitio web de Autismo Ecuador<sup>1</sup> se creó en el año 2013 y hoy en día continúa con el diseño inicial, por lo que el sitio web de la asociación necesita un rediseño que le permita captar el interés de los usuarios para la difusión sobre el TEA. No obstante, los directivos de Autismo Ecuador no desean hacer cambios en el logotipo que los identifica desde entonces.

Un aspecto que llama la atención es que la dirección del sitio sugiere que abarca mucha información relacionada con el TEA en el Ecuador. Además, como afirma D'Auria [23], su extensión “.org”, le otorga al sitio un alto grado de confiabilidad, por lo que el usuario ingresa con grandes

expectativas de encontrar lo que busca y al final, esto no sucede, ya que es muy poco lo que el sitio puede ofrecer. Por otro lado, se observó que el sitio no se vincula con las redes sociales de Autismo Ecuador, lo que es un gran desacierto, ya que gran parte de la información que difunde la asociación es por esta vía. De la misma forma, no cuenta con un diseño responsivo, es decir, no se adapta de manera adecuada a dispositivos móviles y deja al sitio aún menos funcional.

En cuanto a diseño, se nota una gran cantidad de espacios sin utilizar, lo que se evidencia aún más si se ingresa desde un dispositivo móvil. Además, por la falta de optimización del uso de los espacios, la estructura de la página de inicio se corta, lo que provoca que la información de interés no quede visible. Es evidente que el logo de Autismo Ecuador ha sido utilizado en baja resolución, lo que no debe suceder.

Para analizar la disposición de los elementos dentro de la página de inicio, se trazó una media estructural, es decir, una línea a lo largo de la composición que la divide en dos partes iguales. Así como se observa en la Fig. 6, fue evidente notar que existe una mayor cantidad de elementos dispuestos sobre el lado izquierdo, produciendo un desbalance. De ahí que la composición no es equilibrada y no guarda armonía visual. Se observó también que no se demuestra el uso de una cuadrícula guía, dejando espacios en blanco, con elementos que no se encuentran alineados; mientras que otros, ocupan espacios excesivos.



Fig. 6 Media estructural aplicada a la página de inicio del sitio

<sup>1</sup> [www.autismoecuador.org](http://www.autismoecuador.org)



En cuanto a contenido, el menú tiene pocos enlaces y ninguno de ellos muestra información acerca de los servicios que Autismo Ecuador ofrece. Tampoco cuenta con un buscador que permita al usuario encontrar información de interés de forma más directa. A más de ello, se ha colocado en esta página un enlace de “Inicio”, lo que es redundante y no aporta en funcionalidad.

Con respecto a la cromática, no se determinó una paleta de colores en el sitio, sino más bien ha sido una elección de colores al azar, dado que no guardan relación con la identidad gráfica de Autismo Ecuador. Los títulos se han utilizado en color negro, al igual que en los cuerpos de texto, sin embargo, utilizar la tipografía en cursivas no es acertado. Por otro lado, a pesar de que es correcta la elección de la tipografía para los cuerpos del texto, el tamaño de la letra es pequeño y el interlineado no es el adecuado, lo cual dificulta la lectura.

Otro detalle negativo que se observó en el sitio web actual es el poco cuidado en la redacción y escritura, evidenciándose faltas ortográficas y errores gramaticales en algunos de los textos dispuestos dentro del sitio.

2) *Logotipo de Autismo Ecuador: Uso y Variantes:* Como se mencionó anteriormente, por pedido del cliente, se consideró el logotipo actual de Autismo Ecuador como elemento obligatorio dentro del nuevo diseño del sitio web. Por todo lo expresado, se lo tomó como punto de partida del proceso creativo que generó los elementos que componen el nuevo diseño, de manera que se mantenga la armonía visual y el concepto del proyecto. Como parte de este proceso, se determinó cuáles serían las variantes del logotipo para el presente y futuros proyectos de diseño, como vemos en la Fig. 7.



Fig. 7 Uso del logotipo de Autismo Ecuador

3) *Estructura del nuevo sitio web:* Para iniciar con el proceso de diseño de interfaz para un sitio web, es fundamental desarrollar la estructura que formará parte de su Arquitectura de Información (AI). Se elaboró una propuesta para la nueva estructura del sitio con la disposición de los contenidos sugeridos y a partir de la cual se diseñaron las interfaces de la página de inicio o *home* y páginas internas. A medida que avanzaba el desarrollo del proyecto, esta estructura se fue modificando con el fin de

mejorar la experiencia del usuario, quedando como resultado final la que vemos en la Fig. 8.

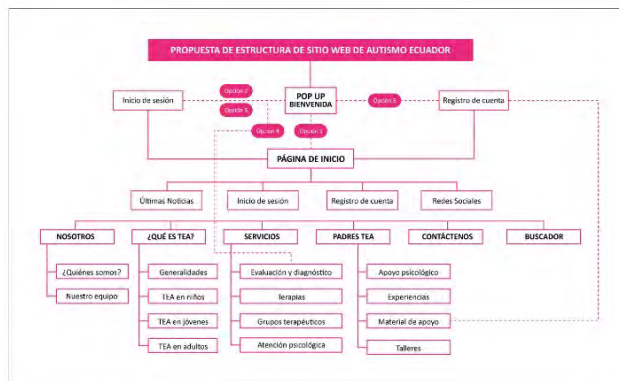


Fig. 8 Propuesta para la estructura del nuevo sitio web

A partir de esta estructura, y por medio de un proceso de bocetaje, se desarrollaron plantillas de diagramación, ya que, como afirma Harrell [17], se considera el esbozo y la maquetación como elementos esenciales del proceso del diseño web. Se definió un formato vertical delimitando los espacios para los elementos de la página de inicio, tomando en cuenta los principios de equilibrio y jerarquía visual y además que el diseño debe adaptarse a dispositivos móviles quedando definida la plantilla que vemos en la Fig. 9.

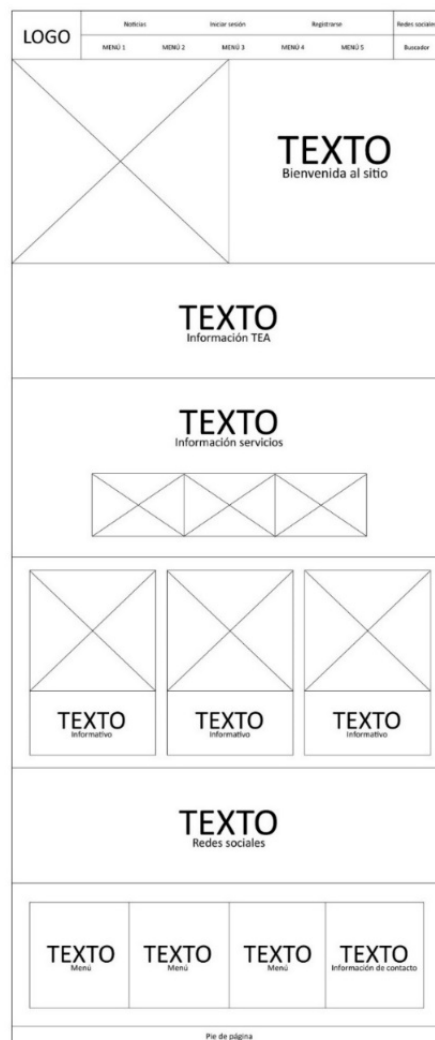


Fig. 9 Plantilla de diagramación para la página de inicio

4) *Paleta de colores*: En función de las herramientas *moodboard* y *coolboard* elaboradas previamente, se conoce que el color por excelencia de la comunidad TEA es el azul, no obstante, se optó por el uso de una paleta de colores que identifique a Autismo Ecuador. Esto permitió mantener la armonía visual dentro del sitio y, además, son tonalidades que evocan el entorno amigable y cálido que se busca transmitir al usuario. Para complementar este concepto, se incorporó una tonalidad gris, como se observa en la Fig. 10, que se utilizó principalmente en textos. Dado que es un color que contrasta y a la vez equilibra y neutraliza los tonos brillantes y que le otorga sobriedad al sitio.



Fig. 10 Paleta de colores para el sitio

5) *Tipografía*: Se escogió Lato, una tipografía *sans serif* o de palo seco, con características que se adaptan a las necesidades de la propuesta, como la legibilidad y versatilidad. Tiene una gran variedad dentro de su familia tipográfica, como se observa en la Fig. 11, por lo que no fue necesario combinarla con otra tipografía y aportó armonía visual al diseño. Cabe destacar que, además de ser empleada para los textos, la tipografía también será tomada como un elemento para el diseño en algunos casos.

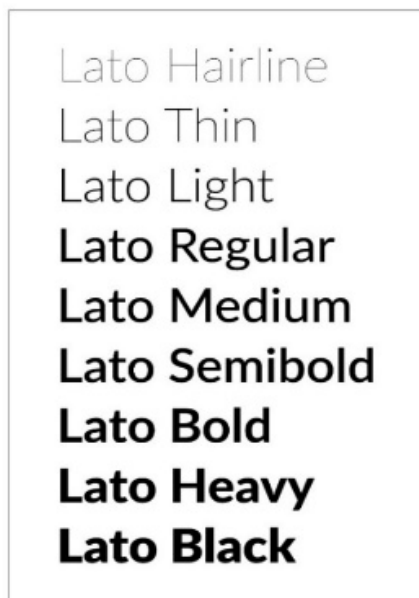


Fig. 11 Familia tipográfica utilizada en el nuevo diseño del sitio

6) *Pop-up o intro de bienvenida*: La propuesta de estructura del nuevo diseño tiene como punto de partida un *pop-up* de bienvenida, es decir, el usuario no ingresa directamente a la página de inicio; en su lugar, a través de una ventana de recibimiento, debe elegir la tarea que va a realizar dentro del sitio web a modo de accesos directos. Para este fin se diseñó un menú flotante en el que el usuario puede escoger entre cinco opciones según sus necesidades.

Esto permite el uso de atajos de navegación (*shortcuts*) llevando directamente al usuario a los contenidos de su interés o continuar con una navegabilidad completa por el sitio. Para ejemplificar, si el usuario escoge la opción 1, como se observa en la Fig. 12, se dirige a la página de inicio del sitio y puede comenzar a navegar.



Fig. 12 Pop-up de bienvenida al sitio web

Para las opciones 2 y 3 respectivamente, se diseñaron los *pop-ups* que corresponden al acceso al sitio por medio de una cuenta ya creada o al registro de una en caso de no tenerla, como se puede observar en la Fig. 13.



Fig. 13 Pop-ups para inicio de sesión al sitio y registro de cuenta

Estas opciones se implementaron con la finalidad de otorgar al usuario una experiencia grata y un sentido de pertenencia a la comunidad. Al tener el usuario una cuenta, no solo accede a contenidos exclusivos, sino que pasa a formar parte de una comunidad.

7) *Prototipo para la página de inicio o home:* De todas las fases, esta es la que suele recibir más atención y también se considera la más divertida [17], ya que es aquí donde se desarrollan los diseños de la interfaz visual, los esquemas de navegación y los patrones de diseño iniciales para la experiencia general y donde se prepararon los escenarios para el resto del proceso.

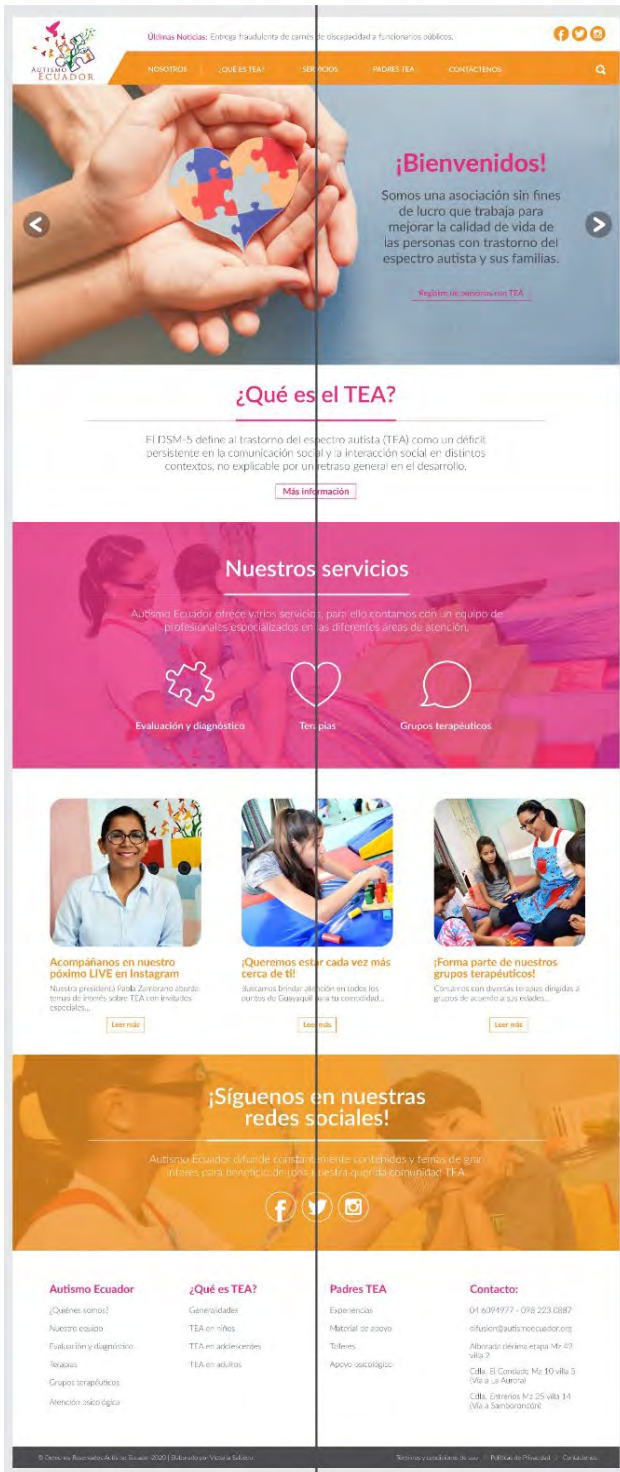


Fig. 14 Diseño de Página de inicio o *home* y media estructural

De acuerdo con el concepto del proyecto, se diseñó una interfaz que recibe y da la bienvenida al usuario en un entorno cálido y amigable. Por otro lado, si bien se buscó que el sitio presente un sistema de usabilidad sencillo, esto

no significó alejarse de las tendencias que hoy en día se utilizan para el diseño de sitios web.

En principio se estableció que se aprovecharía todo el espacio de la pantalla para implementar el diseño, por lo que, según la opinión de expertos, se eligió el *flat design*. Esto consiste en el uso de imágenes que ocupen todo el ancho de la pantalla para lograr un alto impacto visual, complementado con el uso de formas geométricas, imágenes vectoriales, íconos y botones fantasma. Además, se consideró un menú fijo que se mantendrá visible en la parte superior, haciendo al sitio web más accesible. A esto se le suma el uso de *parallax*, con el que se le dio relevancia a la fotografía mediante el movimiento en capas, dando una sensación de profundidad. Las características antes mencionadas podrán ser visualizadas a lo largo de la página de inicio a medida que el usuario utilice el sistema de *scrolling* o desplazamiento hacia abajo.

En la Fig. 15 se puede observar, por medio de una media estructural, que la disposición de los elementos se percibe dentro de una composición simétrica y equilibrada. Siguiendo las recomendaciones de expertos en cuanto a cómo los usuarios miran los elementos de un sitio web, se hizo el correcto uso de la jerarquía visual de estos elementos ubicándolos acorde a los espacios dispuestos en el diseño de la plantilla estructural y se logró una armonía visual en la página de inicio del sitio.

8) *Prototipo para páginas internas del sitio web:* Bajo la misma estructura y proceso de desarrollo de la página de inicio, se elaboró una plantilla de diagramación para las páginas internas, como se observa en la Fig. 15; esta puede estar sujeta a pequeñas variaciones según el contenido que se vaya a presentar en cada sección del sitio, sin que afecte al diseño propuesto.

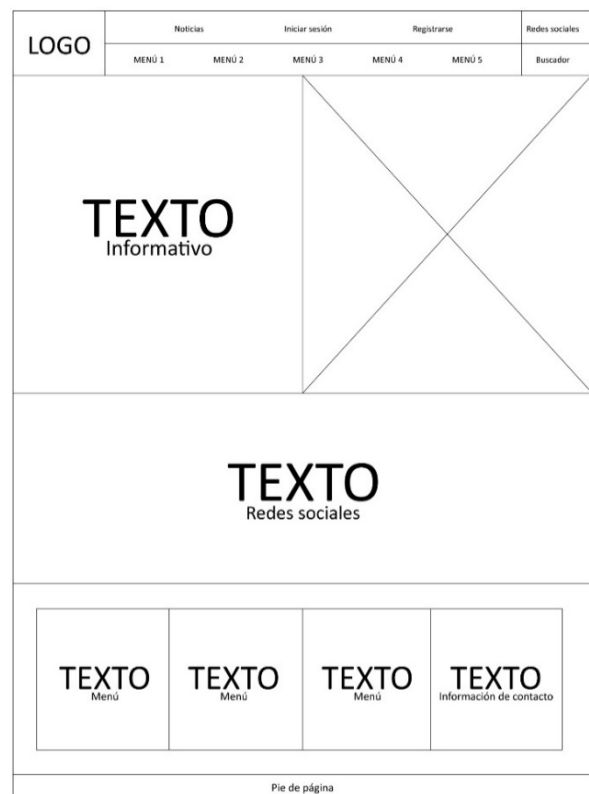


Fig. 15 Diseño de plantilla para páginas internas

Como se observa en la Fig. 16, se diseñó la página interna “¿Quiénes somos?”, bajo los criterios de diseño establecidos en el proceso creativo para el desarrollo de la composición del diseño de interfaz planteado para la página de inicio o *home*, con el fin de mantener la misma línea gráfica dentro del sitio.

Para aportar accesibilidad a las páginas internas, se mantienen la barra de menú, el *footer* y la sección de redes sociales. Otro aspecto que se tomó en consideración con respecto a la composición es el ancho de los cuerpos de texto, debido a que los expertos recomiendan no exceder los 500 píxeles, para efectos de no abrumar al usuario con grandes bloques de texto. En su lugar, se da al usuario la opción de escoger si sigue leyendo o no el texto de acuerdo a sus intereses. Esto se logró mediante la incorporación de botones fantasma a los que el usuario puede reaccionar intuitivamente dando clic sobre estos.

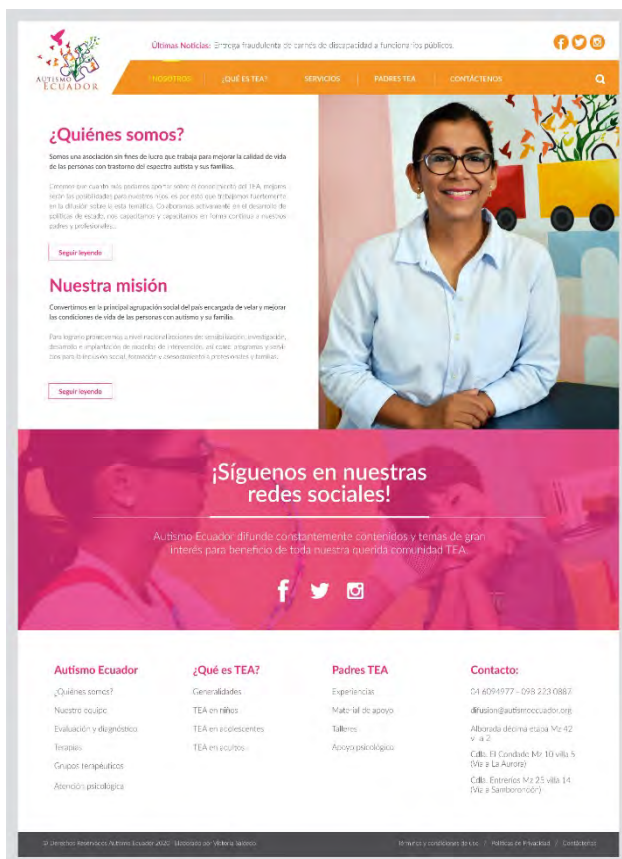


Fig. 16 Ejemplo de diseño de páginas internas del sitio

9) *Diseño responsivo para el sitio web de Autismo Ecuador*: Como se especificó al inicio de este artículo, esta propuesta de rediseño debía contar con un diseño adaptativo a varios dispositivos, en especial, móviles. Para ello se elaboró una plantilla de diagramación inicial cuya estructura y diseño debían tener dentro de sus características principales, la capacidad de adaptarse a un formato vertical de tal forma que pueda ajustarse al ancho de pantallas más pequeñas, sin que se vea afectado el concepto de diseño determinado para el sitio.

Como se observa en la Fig. 17, se adaptó tanto la estructura como el diseño a un formato menor, en este caso 400 píxeles, que es la medida comúnmente utilizada en estos casos.

El cambio más evidente para esta adaptación es el uso de un menú hamburguesa, lo que ayuda a suprimir el uso del espacio y aporta a la usabilidad del sitio en móviles. De igual manera, se incorporaron elementos intuitivos como flechas, los textos se acortaron en algunos casos y se le dio más espacio entre elementos de manera que no interfieran en la navegabilidad del usuario al pulsar sobre alguno de los enlaces.



Fig. 17 Plantilla y estructura para el diseño adaptativo

#### IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proyecto, se presenta un sitio web renovado que, además de ser funcional, cuenta con un diseño de mejor nivel comunicacional y atractivo visual. El sitio se enlaza con sus redes sociales y se adapta a diferentes dispositivos, lo que le dará a Autismo Ecuador mayor visibilidad. (Ver Fig. 18)



Fig. 18 Mockups del prototipo del sitio en diferentes dispositivos

En esta propuesta, además del diseño y desarrollo de prototipos de una nueva interfaz para el sitio web, se hizo la implementación como resultado final del diseño. Para ello, se realizó el proceso de maquetación bajo el gestor de contenidos o *Content Management System* (CMS) WordPress 5.5.

Al tener como resultado un sitio web con diseño responsivo, la visualización de la propuesta del nuevo diseño del sitio web de Autismo Ecuador implementada, la página de inicio y varias páginas internas, se puede realizar a través de computadoras de escritorio, laptops y dispositivos móviles ingresando a la dirección temporal: [www.autismoecuador.org/nuevo-sitio/](http://www.autismoecuador.org/nuevo-sitio/)

##### A. Usabilidad del nuevo sitio de Autismo Ecuador

En caso de que llegue a implementarse este nuevo diseño del sitio, hay que recalcar los aspectos en cuanto navegabilidad que se tomaron en cuenta para el desarrollo del prototipo, ya que uno de los objetivos del sitio es que utilizarlo resulte sencillo e intuitivo para todo tipo de usuarios, de manera que se amplíe su accesibilidad. En este caso, se consideró la amplia diversidad del público objetivo establecido, del que incluso forman parte las mismas personas diagnosticadas con TEA.

Con este antecedente se determinó que al momento de haber ingresado el usuario a la página de inicio pueda navegar desplazándose hacia abajo y hacia arriba intuitivamente por medio del *scrolling*. Así mismo, puede realizar su navegación a través de la barra de menú, ubicada en la parte superior del home, dando clic sobre los enlaces que lo dirigirán a las secciones de la página de inicio o a las páginas internas, según lo requiera.

De igual manera, en su recorrido dentro de la página de inicio, el usuario se encontrará con más enlaces, sean estos en forma de texto o como íconos, a los que puede acceder dando clic sobre ellos. Este sistema de navegación se aplica también a la versión adaptada para los dispositivos móviles.

##### B. Manual de usuario para el nuevo sitio web de Autismo Ecuador

Por medio de este manual se presenta el detalle de los resultados obtenidos del desarrollo e implementación del prototipo realizado en este proyecto para el nuevo diseño del sitio web de Autismo Ecuador, siguiendo los criterios de diseño establecidos durante el proceso creativo y bajo la validación de profesionales y expertos relacionados con diseño gráfico, diseño web y TEA.

##### C. Acceso al sitio web

A continuación, se explica cómo acceder al sitio web a través de un navegador:

1. En el explorador, se ingresa la dirección del sitio web: [www.autismoecuador.org](http://www.autismoecuador.org), como se muestra en la Fig. 19.
2. Una vez escrita la dirección de Autismo Ecuador, se presiona el botón “enter” o “entrar” de su teclado e inmediatamente se dirigirá al sitio en donde aparecerá un *pop-up* o intro de bienvenida.

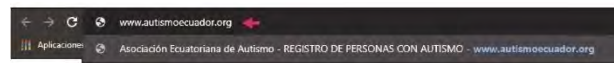


Fig. 19 Ingreso al sitio web de Autismo Ecuador

##### D. Pop-up de bienvenida al usuario

Antes de ingresar a la página de inicio aparece un menú flotante con varias opciones. A continuación, se detalla a dónde dirige cada una de ellas.

- 1) *Quiero navegar por el sitio*: Esta primera opción, como se observa en la Fig. 20, dirige al usuario a la página de inicio o *home* del sitio web.



Fig. 20 Primera opción del menú *pop-up*.

- 2) *Quiero ingresar con mi cuenta*: La segunda opción del menú es para el usuario que ya ha creado su cuenta en el sitio por lo que, al dar clic, aparece un *pop-up* en el que se le pide ingresar con su usuario y contraseña, de esta forma el usuario accede a los contenidos que son exclusivos para los miembros de la comunidad Autismo Ecuador. En el caso de que un usuario presione esta opción

sin tener una cuenta, el botón “Registro” le permite acceder al formulario para crear una cuenta. (Ver Fig. 21)

3) *Quiero ser parte de Autismo Ecuador*: Esta opción le permite al usuario nuevo crear su cuenta para formar parte de la comunidad de Autismo Ecuador por medio de su sitio web. Para esto, se solicitan algunos datos de registro, como su nombre completo, un usuario, el correo electrónico y contraseña. (Ver Fig. 21)

En el caso de que un usuario que ya tiene cuenta ingrese por error a esta opción, por medio del botón “Iniciar sesión” puede ingresar con su usuario y contraseña.

Fig. 21 Opción 2 y 3 del menú *pop-up*

4) *Quiero hacer una evaluación*: Este enlace está dirigido a los usuarios que deseen acceder directamente a una consulta para realizar una evaluación psicológica especializada al niño, niña, joven o adulto para confirmar o descartar un diagnóstico relacionado con los trastornos del espectro autista. (ver Fig. 22)

Fig. 22 Opción 4 del menú *pop-up*

5) *Quiero descargar material de apoyo*: Por medio de esta opción el usuario puede acceder a material de apoyo, *tips* y guías prácticas para aplicar durante el acompañamiento de su familiar con TEA desde casa. Este enlace corresponde a “Padres TEA” y es contenido exclusivo para quienes hayan creado una cuenta. En caso de ser un usuario nuevo y dar clic en esta opción, el sitio

web inmediatamente le solicita ingresar con su cuenta y, en caso de no tenerla, crear una.

### E. Página de inicio o home

El usuario puede navegar por el *home* utilizando el *scroll*, desplazándose hacia abajo y también por medio de los enlaces del menú. En la parte superior, tenemos: el logo de Autismo Ecuador sobre el lado izquierdo, seguido de los enlaces Últimas noticias, y redes sociales. Luego, la barra de menú, que incluye los enlaces y la opción de búsqueda dentro del sitio, como vemos en la Fig. 23.

Fig. 23 Página de inicio de Autismo Ecuador

1) *Banners principales*: Tenemos tres *banners* que se presentan a manera de *sliders*. Estos se mostrarán automáticamente cada tres segundos o presionando las flechas que están ubicadas a los extremos de las imágenes. Asimismo, si el cursor se encuentra sobre la imagen, esta

se mantiene, permitiendo la lectura de los textos al usuario. Cada una de estas *sliders* dirigen al usuario a páginas internas.

El primero, como se observa en la Fig. 23, es el que da la bienvenida al usuario y el botón de registro lo dirige a un formulario donde podrá ingresar los datos de su familiar con autismo a la base de datos.

El segundo, como se observa en la Fig. 24, invita al usuario nuevo que aún no es miembro de la comunidad Autismo Ecuador a registrarse y crear su cuenta, es decir, al presionar el botón “Regístrate aquí”, lo redirige al formulario de registro.



Fig. 24 Banner “Crea tu cuenta”

El tercer *banner*, como vemos en la Fig. 25, es un enlace al contenido correspondiente al material de apoyo. Es decir, al dar clic en el botón “Más información”, si el usuario ya tiene su cuenta, accede directamente a este contenido. Caso contrario lo invita a crear su cuenta de Autismo Ecuador para poder hacerlo.



Fig. 25 Banner “Estamos para ti”

2) *Sección ¿Qué es TEA?:* Si el usuario continúa su navegabilidad por medio del *scroll*, se encuentra con este espacio en donde, con una breve descripción, se lo introduce a la definición del TEA, como observamos en la Fig. 26. Si el usuario desea ver más información, accede a la página interna correspondiente a este enlace por medio del botón en la parte inferior de esta sección.



Fig. 26 Sección “¿Qué es TEA?”

3) *Sección nuestros servicios:* Al seguir navegando hacia abajo, en esta sección, el usuario puede acceder a la

información acerca de los servicios que ofrece Autismo Ecuador al dar clic en cada uno de los iconos, como vemos en la Fig. 27.

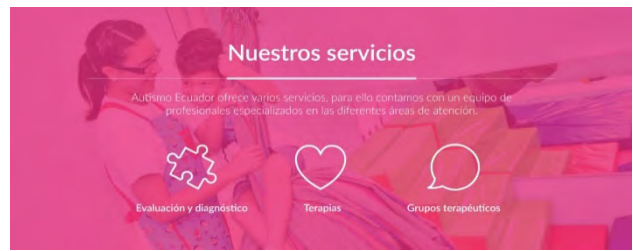


Fig. 27 Sección “Nuestros servicios”

4) *Sección varios:* En este bloque se invita al usuario a acceder a algunos enlaces de la página. En cada uno de los enlaces se presenta un botón de “Leer más” que redirige al usuario al contenido que escoja, como se puede observar en la Fig. 28.

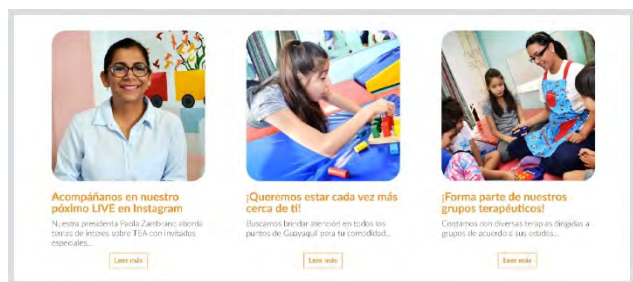


Fig. 28 Sección “Varios”

5) *Sección ¡Síguenos en redes sociales!:* El sitio web tiene como objetivo la permanente difusión de contenidos sobre el TEA. Por lo que se hace énfasis en los enlaces a las redes sociales, invitando al usuario a interactuar en ellas. (Ver Fig. 29)



Fig. 29 Sección “Redes sociales”

6) *Pie de página o footer:* En el pie de página o *footer*, el usuario puede encontrar información de contacto de Autismo Ecuador y enlaces relevantes (ver Fig. 30). El usuario puede regresar al inicio de la página por medio de la flecha en la parte inferior derecha.

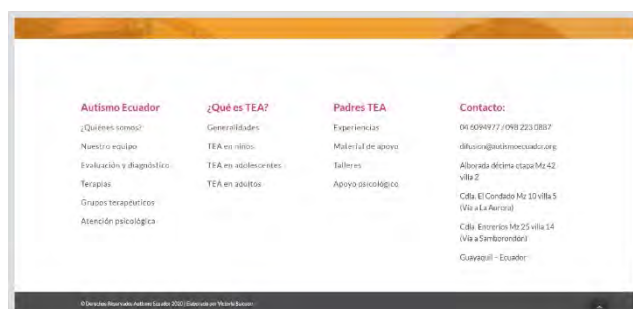


Fig. 30 Pie de página o *footer*

### F. Páginas internas del sitio

El enlace “Nosotros” es el primero que el usuario encuentra dentro de la barra de menú. Al dar clic sobre este, la etiqueta se vuelve de color amarillo y se despliega el menú que muestra los enlaces de las páginas internas, como se puede observar en la Fig. 31.

1) *¿Quiénes Somos?:* El usuario ingresa a esta página por medio de la barra de menú dando clic en el enlace “Nosotros” y escogiendo la primera opción. En esta página se muestra información de Autismo Ecuador y se maneja el mismo esquema de navegabilidad que en la página de inicio.



Fig. 31 Menú Nosotros

## V. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo se enfoca en la estructura y maquetación de páginas web con diseño adaptativo, el caso se orienta al desarrollo de un sitio web para un público involucrado a personas con TEA. Se ha logrado mostrar la funcionalidad y navegabilidad del sitio, confirmando la viabilidad del proyecto como un estudio bien informado siguiendo un proceso metodológico de investigación sobre el diseño, que soporta técnica y estéticamente lo propuesto. El diseño propuesto para el desarrollo e implementación del sitio web es responsivo, logrando que se adapte sin problemas a otros dispositivos, como teléfonos móviles y tabletas, lo que potencializa enormemente su alcance. Otro aspecto por resaltar es que se toman en cuenta funcionalidades que le permiten al sitio ser más accesible.

En el diseño de un sitio web, gran parte del avance y el éxito de su desarrollo, depende de la información proporcionada por el cliente y nuevas ideas o requerimientos que surgen en el proceso. En ocasiones, esto causa que los plazos de entrega puedan extenderse. Las sugerencias de nuevas ideas podrían continuar generalmente hasta obtener la aprobación de la información con la que se registren los contenidos para el sitio web (*copywriting*). Por lo que se hace relevante indicar que no todos los contenidos presentados en una propuesta de diseño se consideran como definitivos hasta su completa implementación. En el caso del proyecto presentado con enfoque en un diseño comunicacional y visual para TEA, se enfatiza que, para completar su implementación, se debe contar además con la colaboración de un programador web. Este debe realizar un trabajo conjunto con el diseñador y cliente para la puesta en marcha del sitio en tiempo real y probar todas sus funcionalidades.

Durante el desarrollo de un sitio web, se deben definir los protocolos de implementación y los contenidos que se van a mostrar en cada uno de los enlaces en un documento de Especificación de Requerimientos (ER). Se toma el desarrollo de la propuesta del diseño del sitio como marco

previo para establecer las restricciones iniciales que pueda presentar su implementación.

### A. Trabajos futuros

Se indicó que en la actualidad el sitio web de Autismo Ecuador se registra entre los primeros lugares de acceso a nivel local, evidenciado en el motor de búsqueda de Google, pero las visitas son efímeras. Con el diseño propuesto, se busca la permanencia del usuario dentro del sitio. Este diseño se enfoca en buscar que el usuario se sienta bien informado y cómodo en su manejo y navegación de fácil uso. Sin embargo, en su futuro proceso de implementación se debe considerar complementar la programación e implementación del sitio con la aplicación de SEO, ya que este puede aportar enormemente a su visibilidad.

El proyecto presentado en este artículo fue desarrollado en el marco de una pandemia mundial, lo que impulsó la adaptación a la virtualidad con un modelo investigativo y metodológico que, junto con la creatividad, permitió el desarrollo de una propuesta que cumple con los objetivos planteados. Sin embargo, hay que señalar que las restricciones ocasionadas por la emergencia limitaron parcialmente las ideas que surgieron para el desarrollo de la propuesta, como, por ejemplo, el caso de sesiones fotográficas nuevas en las que participen activamente los miembros de Autismo Ecuador interactuando con los niños, niñas, jóvenes y padres de manera que estas formen parte de los *banners* principales del nuevo diseño del sitio web. Por tanto, se recomienda la realización de futuras sesiones fotográficas para añadir imágenes actualizadas y reales, ya que esto otorgará mayor credibilidad al sitio y generará confianza. A su vez, este repositorio se debe considerar como un banco de imágenes disponible para uso del cliente.

También, es importante realizar validaciones al sitio web en cuanto a la accesibilidad para personas con diferentes discapacidades, lo cual puede complementar a futuro la ampliación de opciones en diseño para este tipo de páginas web.

## RECONOCIMIENTOS

El presente artículo estructura y describe en detalle, como caso aplicativo de diseño de sitios web, el resultado de un trabajo de grado correspondiente a la carrera de Licenciatura en Diseño Gráfico de la Facultad de Arte y Comunicación Audiovisual de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Expresamos un especial agradecimiento a la comunidad relacionada con el Trastorno del Espectro Autista la cual fue parte fundamental para el proceso de investigación sobre el que se basó este proyecto de titulación.

## REFERENCIAS

- [1] N. Grant, S. Rodger, and T. Hoffmann: "Evaluation of autism-related health information on the Web," *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 2015, 28, (4), pp. 276-282
- [2] C. López-Chávez and M.-d.-L. Larrea-Castelo: "Autismo en Ecuador: Un grupo social en espera de atención," *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 2017, 26, (3), pp. 203-214
- [3] B. Reichow, J.I. Halpern, T.B. Steinhoff, N. Letsinger, A. Naples, and F.R. Volkmar: "Characteristics and quality of autism websites,"



*Journal of autism and developmental disorders*, 2012, 42, (6), pp. 1263-1274

- [4] J. Artigas-Pallarés and I. Paula: "El autismo 70 años después de Leo Kanner y Hans Asperger," *Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría*, 2012, 32, (115), pp. 567-587
- [5] B.S. Salvadó, M.B. Palau, M.T. Clofent, M.C. Montero, and M.A.L. Hernández: "Modelos de intervención global en personas con trastorno del espectro autista," © *Revista de Neurología*, 2012, vol. 54, núm. Supl 1, p. 63-71, 2012
- [6] J.C. McPartland, B. Reichow, and F.R. Volkmar.: "Sensitivity and specificity of proposed DSM-5 diagnostic criteria for autism spectrum disorder," *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2012, 51, (4), pp. 368-383
- [7] M.d.S. Fortea Sevilla, M.O. Escandell Bermúdez, and J.J. Castro Sánchez: "Nuevas formas de abordaje del proceso diagnóstico del TEA después del DSM-5," *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2014
- [8] American-Psychiatric-Association: "Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)" (*American Psychiatric Pub*, 2013. 2013)
- [9] B.M. Prizant, A.M. Wetherby, and P.J. Rydell: "*Communication intervention issues for children with autism spectrum disorders*", 2000
- [10] M.C. Pons Pons and J. Cardona Llorens: "*Boletín ONUBIB: Enero 2015*", 2015
- [11] J. Chowdhury, J. Drummond, D. Fleming, and S. Neitfeld: "Content analysis of online autism specific sites", *Journal on Developmental Disabilities*, 2002, 9, (2), pp. 157-165
- [12] G. Eysenbach and C. Köhler: "How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews", *Bmj*, 2002, 324, (7337), pp. 573-577
- [13] P. Scullard, C. Peacock, and P. Davies: "Googling children's health: reliability of medical advice on the internet", *Archives of disease in childhood*, 2010, 95, (8), pp. 580-582
- [14] E.V. Bernstam, D.M. Shelton, M. Walji, and F. Meric-Bernstam: "Instruments to assess the quality of health information on the World Wide Web: what can our patients actually use?", *International journal of medical informatics*, 2005, 74, (1), pp. 13-19
- [15] R. Pedraza-Jiménez, S. Blanco, L. Codina, and V. Cavaller: "Diseño conceptual y especificación de requerimientos para el desarrollo y rediseño de sitios web", *El profesional de la información*, 2013, 22, (1), pp. 74-79
- [16] A.E.A. Veloz: "De la interfaz del usuario al responsive web design", *Revista AUC*, 2016, (37), pp. 59-66
- [17] A. Harrell: "*Creative Direction in a Digital World: A Guide to Being a Modern Creative Director*" (CRC Press, 2017. 2017)
- [18] S. Krug: "*Don't make me think!: a common sense approach to Web usability*" (Pearson Education India, 2000. 2000)
- [19] N.I. Solorzano, L. Sanzogni, and L. Houghton: "Effectiveness of using Pluralist Methodology in Information System Adoption Studies", in Editor (Ed.)^(Eds.): (*IEEE*, 2014, edn.), pp. 1-6
- [20] Y.M. Hassan and F.J.F. Martín: "*Propuesta de adaptación de la metodología de diseño centrado en el usuario para el desarrollo de sitios web accesibles*", 2013
- [21] T. Brown: "Design thinking. harvard business review", *Harvard Business Review*, 2008
- [22] J.P. DAuria: "Autism On the Web: Oh, the Places You'll Go!", *Journal of Pediatric Health Care*, 2010, 24, (6), pp. e11-e15

## ANEXO

### A. Cuestionario semiestructurado para entrevistas a padres de niños, niñas y jóvenes diagnosticados con Trastorno del Espectro Autista (TEA)

1. ¿Cómo llegó al profesional que evaluó y finalmente le dio el diagnóstico de TEA de su hijo/a?
2. Una vez recibido el diagnóstico, ¿por qué medios obtuvo usted información con respecto al TEA y las posibles opciones de tratamiento?
3. Dentro de su experiencia, ¿fue fácil encontrar herramientas para sobrellevar la etapa de duelo luego de recibir el diagnóstico de TEA de su hijo/a? Explique.
4. Como padre/familiar de una persona con autismo, ¿qué contenidos considera que serían de utilidad encontrar dentro de un sitio web como herramientas para el acompañamiento de su familiar?
5. ¿De qué manera obtiene usted el material de apoyo necesario para la guía terapéutica diaria de su hijo/a?
6. ¿Conoce usted cuáles son los beneficios a los que tiene derecho su familiar al tener una discapacidad? Mencínelos.
7. ¿Le parece que sería de gran ayuda poder compartir experiencias con otros padres o familiares? ¿Por qué?





# Algoritmo Semiautomático para Mapear Incendios Forestales y Estimar la Recuperación Vegetal Mediante Imágenes Landsat-8

## Semi-Automatic Algorithm to Map Forest Fires and Estimate Vegetation Recovery Using Landsat-8 Images

**Jonathan Zhiminaicela Cabrera**  
Universidad Técnica de Machala  
Machala, Ecuador  
jzhiminai1@utmachala.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-9462-9608

**José Quevedo Guerrero**  
Universidad Técnica de Machala  
Machala, Ecuador  
jquevedo@utmachala.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-8974-5628

**María Belén León Salto**  
Universidad Yachay Tech  
Urcuquí, Ecuador  
maria.leon@yachaytech.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-8782-4261

**Cristhel Mora Encalada**  
Universidad Técnica de Machala  
Machala, Ecuador  
cmora9@utmachala.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-0270-0962

**Resumen**— Este estudio propone una metodología reproducible para la identificación, semi automática, de grandes incendios forestales y la estimación de la recuperación vegetal mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 (OLI), y el análisis de la información obtenida del cálculo de índices espectrales. Para ello se desarrolló un algoritmo utilizando información de servidores de geo información y paquetes de análisis espacial del software R. Las imágenes satelitales procesadas se obtuvieron de la plataforma EarthExplorer del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS): antes, durante y después del incendio forestal producido en el Cantón Quilanga, Loja-Ecuador en el año 2019. Para ello, se realizó el cálculo de índices espectrales con el cual se procedió a identificar los índices de mejor aplicabilidad, por medio de un análisis visual, y una prueba de correlación de Pearson con un intervalo de confianza al 95%, que corroboró el análisis visual. De ellos se obtuvo mejor correlación con referencia al índice normalizado de área quemada (NBRI). De acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo delimitar el área afectada y estimar una recuperación temprana de la vegetación, pero no se pudo identificar las especies recuperadas.

**Abstract**— This study proposes a reproducible methodology for the semi-automatic identification of large forest fires and the estimation of plant recovery using Landsat 8 (OLI) satellite images, and the analysis of information obtained from the calculation of spectral indices. For this purpose, an algorithm was developed using information from geo-information servers and spatial analysis packages from the R software. The processed satellite images were obtained from the EarthExplorer platform of the United States Geological Survey (USGS) before, during and after the forest fire in Quilanga, Loja-Ecuador in 2019. For this purpose, the calculation of spectral indices was carried out. Those spectral indices were employed to identify the indices of best applicability by means of a visual analysis and a Pearson correlation test with a 95% confidence interval, corroborating the visual analysis. The best correlation with reference to the NBRI was obtained. According to the results, it was possible to delimit the affected area and estimate the early recovery of the vegetation, however, it was not possible to identify the recovered species.

**Palabras Clave:** Algoritmo R, índices espectrales, incendios forestales, imágenes satelitales, Landsat.

**Keywords:** R-algorithm, spectral indices, fires forest, satellite images, Landsat.

---

**Enviado:** 04/08/2020

**Aceptado:** 14/09/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Resultados y Discusión, III Conclusiones.

**Como citar:** Zhiminaicela, Jonathan., Quevedo, José., León, María., & Mora, Cristhel. (2020). Algoritmo Semiautomático para Mapear Incendios Forestales y Estimar la Recuperación Vegetal Mediante Imágenes Landsat-8. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/757>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/757>  
<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.757>

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la estación seca o verano propicia las condiciones atmosféricas idóneas para la propagación de incendios forestales, la cual genera problemas sociales, económicos y ambientales [1]. Ecuador no está exento de estos impactos. La temperatura promedio de Ecuador se encuentra entre 23-26 °C; sin embargo, la temperatura máxima absoluta en aproximadamente el 30,12 % del territorio ecuatoriano puede alcanzar los 32-34 °C [2], con tendencias en su crecimiento, debido a la influencia que produce el cambio climático [3] y con diversas variaciones [4]. El índice de peligro de incendios forestales es directamente proporcional a la temperatura, por lo que estos cambios abruptos pueden implicar un gran potencial para la ocurrencia o propagación de los incendios forestales [1]. Así, la evaluación de los daños producidos y estimación del área de recuperación son de vital importancia para proponer medidas de mitigación y evitar la reincidencia en las áreas afectadas. Debido a que las áreas destruidas por incendios forestales son extensas, la evaluación *in situ* sería muy compleja. Una alternativa confiable y económica para la evaluación de los daños producidos son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la teledetección [5].

Los incendios forestales se relacionan con el principio básico de combustión en el cual la temperatura y el cambio climático influyen directamente en el desarrollo de un incendio. Éstos se presentan con mayor frecuencia en la estación seca o verano, puesto que las variables climáticas son idóneas para la proliferación de un incendio, generando grandes pérdidas para la biodiversidad de una región [6]. Anualmente, la biodiversidad de los bosques forestales y la cobertura vegetal, principal regulador climático del Ecuador está siendo reducida como consecuencia de la recurrencia de los incendios forestales [1], especialmente en la región Andina, generando así la pérdida de extensas hectáreas de bosques.

Según la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2010), las áreas afectadas por los incendios forestales producen un desorden en la fluctuación de las lluvias en esas zonas, provocando sequías que favorecen la susceptibilidad a un futuro incendio; por ende, se necesita estimar la afectación y recuperación del área para plantear medidas de restauración y ayudar a regulación en la incidencia.

Los estudios para determinar las áreas afectadas por incendios forestales, utilizando imágenes satelitales Landsat 8 [7], han demostrado tener valores bajos en el error por omisión, debido a la resolución espacial de las bandas espectrales generadas por los sensores de los satélites, los cuales permiten tener una visión más clara del efecto producido al territorio [7]. No obstante, al comparar el uso de imágenes de los satélites Landsat 8 y Sentinel-2 se evidenció menor tasa de error por omisión en Sentinel 2, cuya aplicación es aceptable puesto que contiene rangos de similitud [8] y error por omisión [9], o en otras imágenes como WorldView-2, imágenes con mayor resolución espacial [10]. Aunque a medida que aumenta el área afectada por incendios, los errores de omisión disminuyen [11]. Además, se complementan con el cálculo de los diversos índices espectrales con imágenes Landsat 7 y Landsat 8 [12].

Adicionar una clasificación semi supervisada permitiría la reducción los errores de bandas espectrales, pues en general el error se asocia a delimitaciones del área [9]. Pese a que se han realizado múltiples estudios no es posible deducir con exactitud o aseverar el efecto producido por los incendios. Las inferencias obtenidas permiten estimar el área global de afectación; consecuentemente, es una herramienta que contribuye a la toma de decisiones adecuadas acorde a la visión general del área afectada [13]. Esto se debe a que cada incendio debe ser tomado en cuenta para la valoración con diversas variables, tales como el área de quemado, las condiciones topográficas [14], la nubosidad y otras. Generalmente se utiliza la clasificación supervisada, ya que permite obtener resultados más confiables [15]. En caso de falencias de información o inversión, una técnica ideal para reducir errores es la clasificación semi supervisada. Existen diversos índices espectrales que utilizan imágenes satelitales para el cálculo del área abrasada. Regularmente se utilizan las imágenes del satélite Sentinel 2, implementadas con índices espectrales que evalúa el estado de la vegetación [16], los que permiten el mapeo y clasificación de la cobertura vegetal por medio del uso de bandas espectrales [7]. Sin embargo, la mayoría de estos estudios se limitan al uso y análisis de un índice espectral. En base a los antecedentes mencionados y a la nula o escasa aplicación de estas herramientas, en Ecuador se propone emplear RStoolbox, un paquete del software R, para analizar y comparar índices espectrales de las imágenes tele detectadas [11], permitiendo así identificar el índice adecuado para mapear el área de quemado; además, se pretende acoplar las correcciones radiométricas y de reflectancia con el paquete Landsat 8 [17].

### A. Área de estudio

Para el análisis se consideró al incendio forestal más grande que ocurrió en Ecuador, con el cual se puede evitar los errores por omisión, pues a mayor extensión de incendio se presenta menor cantidad de errores por omisión [9]. El área de estudio evaluada se ubica en el cantón Quilanga, Loja al Sur del Ecuador. Véase en la Fig. 1

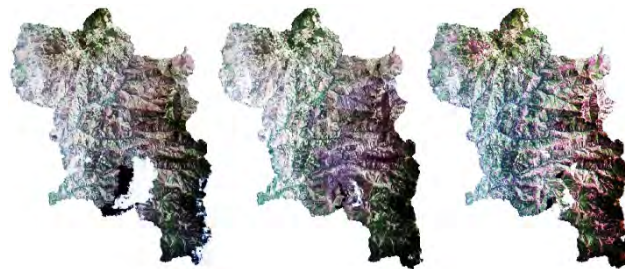


Fig. 1 Imagen del cantón Quilanga imagen RGB de Landsat 8

En esta zona, las condiciones topográficas, estación climática y las condiciones atmosféricas tales como el viento, favorecen la proliferación de un incendio. De acuerdo a los reportes del INAHMI, en esta región los vientos pueden alcanzar hasta 8 m/s [18]. Las zonas forestales y las especies endémicas recientemente identificadas son las más afectadas y degradadas debido a diversos factores antropológicos que promueven su degradación [19].

**B. Imágenes satelitales**

Se utilizaron imágenes satelitales Landsat 8 OLI tomadas antes, durante y después del incendio forestal, lo más próximo al cierre de esta investigación. Descrito en la TABLA I, en el PATH= 10 y ROW 63. Estas imágenes fueron obtenidas del servidor USGS.

TABLA I  
IMÁGENES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

| Tiempo  | Imágenes satelitales Landsat 8 (OLI)     |            |
|---------|--|------------|
|         | Identificador-producto                   | Fecha      |
| Antes   | LC08_L1TP_010063_20190825_20190903_01_T1 | 25/08/2019 |
| Durante | LC08_L1TP_010063_20190926_20191017_01_T1 | 26/09/2019 |
| Después | LC08_L1TP_010063_20200421_20200508_01_T1 | 21/04/2020 |

En este estudio se utilizaron imágenes Landsat 8 debido a la resolución espacial de sus bandas espectrales y los beneficios que estas brindan para el estudio [20]. Véase en la Fig. 2. Además, el manejo y procesamiento de estas imágenes no implican un gasto, por lo que su aplicación es económicamente rentable.

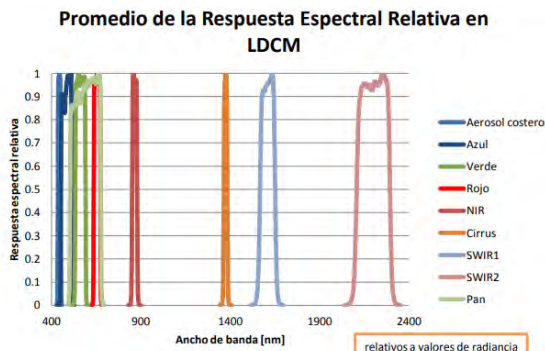


Fig. 2 Respuesta espectral LDCM

El proceso podría llevarse a cabo y obtener buenos resultados con imágenes Landsat 7 [21], lo que beneficiaría la aplicación del algoritmo presentado en este trabajo cuando se necesiten imágenes antepuestas al lanzamiento de Landsat 8 en 2013.

**C. Identificación del área de estudio.**

Para identificar el área de afectación se utilizó el software QGIS versión 3.12 de código abierto, empleando herramientas que permiten añadir capas tomando en cuenta la banda 5 después del incendio, imagen satelital de Landsat 8 OLI. Véase en la Fig. 3.

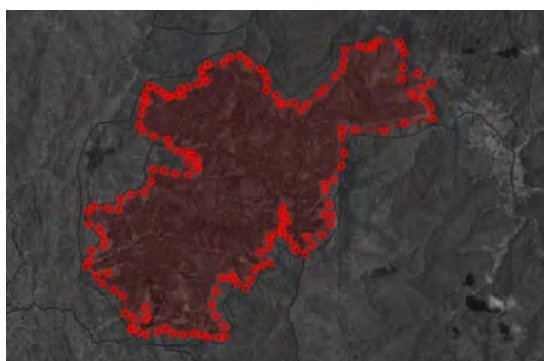


Fig. 3 Identificación de la expansión del incendio forestal

**D. Software R**

Para el estudio se utilizó el software R y como modulador el software RStudio. El sistema utilizado y sus herramientas de procesamiento facilitan la reproducción de las investigaciones [22].

**E. Índices espectrales**

El cálculo de índices espectrales permite conocer el estado de la cobertura vegetal, por ende, su aplicación en estudios para determinar las afectaciones producidas en la cobertura vegetal es pertinente [16]. Además, puede utilizarse para prever posibles incendios forestales [23]. El paquete RStoolbox del Software R, permite realizar el cálculo de más de veinte índices los cuales son descritos en su paquete de R [24].

**F. Descripción del algoritmo con los paquetes de R**

En este estudio se utilizó el software R y RStudio, herramientas informáticas individuales que permitieron mapear y estimar la recuperación del incendio forestal producido en Quilanga en 2019. El algoritmo se describe en la Fig. 4.

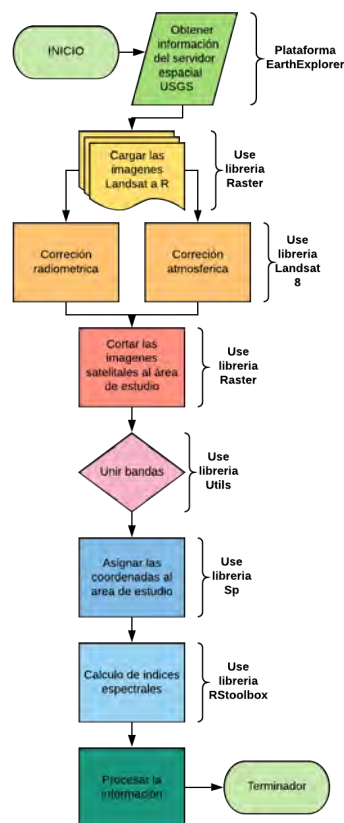


Fig. 4 Diagrama de flujo del algoritmo para el procesamiento de las imágenes satelitales Landsat 8

**G. Evaluación de la severidad**

Se debe conocer los rangos interespecíficos para reconocer la salud de la vegetación. Estos rangos pueden ser interpretados mediante el procesamiento de la información espectral incluida en la cartografía del área quemada [25].

**H. Evaluación de la recuperación**

Tanto las imágenes Landsat [26], como los índices espectrales [27] tienen diversas aplicaciones y cumplen

diversas funciones. Para determinar los de mejor aplicabilidad, se realizó un análisis visual [28] de las gráficas obtenidas desde el cálculo de índices espectrales, y se hizo una prueba de correlación de Pearson [29] para corroborar estos resultados con un nivel de significancia del 95% entre índices espectrales, tomando en cuenta el área donde ocurrió el incendio, cortada con la capa obtenida en QGIS, lo cual se observa en la Fig. 3; para ello se extrajeron los valores y se realizó una prueba de correlación con referencia al índice normalizado de área quemada (NBRI), siendo este índice el de mayor aplicación. Los resultados se presentan en la Fig. 5.

## II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los índices espectrales obtenidos en el estudio para identificar los de mejor aplicabilidad, se determinó visualmente que el índice que permitió identificar con mayor precisión la severidad del incendio forestal fue NBRI. Siendo este índice representado en tres momentos en la antes en la Fig. 6, durante en la Fig. 7, después del incendio forestal en la Fig. 8, representándose imágenes del cantón Quilanga, donde se suscitó el incendio forestal más grande del Ecuador en el año 2019.

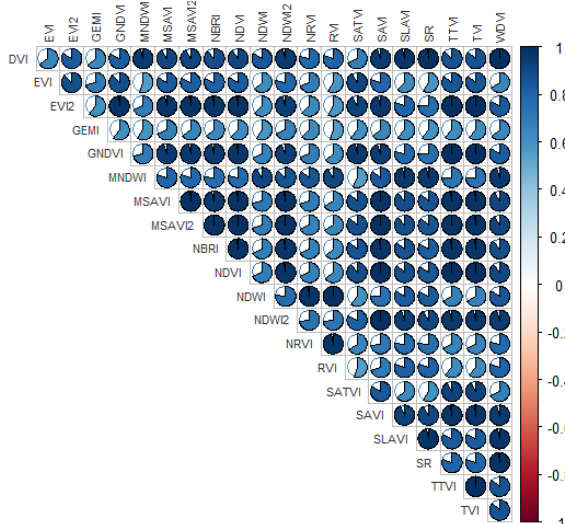


Fig. 5 Prueba de correlación de Pearson entre índices espectrales

De entre los índices seleccionados se consideró la aplicabilidad de acuerdo a la características e información que brindan los índices espectrales. Obteniendo así en los índices evaluados mejor correlación con referencia al índice de relación de quemado normalizado NBRI. El índice de vegetación ajustado al suelo SAVI= 0.98, índice de vegetación de diferencia normalizada verde GNDVI= 0.96, índice de vegetación mejorado de dos bandas EVI2= 0.97, índice de vegetación de diferencia DVI= 0.89 y índice de vegetación de diferencia normalizada NDVI= 0.98.

### I. Severidad del incendio forestal NBRI

1) *Antes del Incendio forestal:* Se puede identificar por medio de la imagen espectral en la Fig. 6; el cantón Quilanga pertenece a la zona andina, pero se encontraba en la estación seca. El valor promedio de NBRI es de 0.31, lo cual alude a una vegetación medianamente sana.

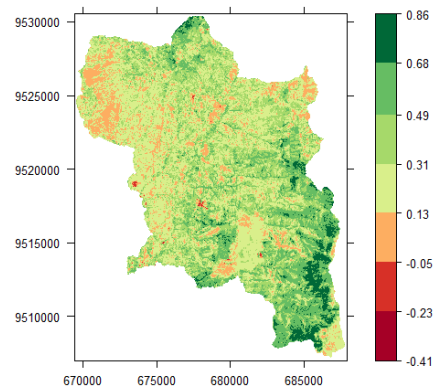


Fig. 6 Imagen espectral del cantón Quilanga antes del incendio forestal con el índice NBRI

2) *Durante el incendio forestal:* La fase presentada en la imagen espectral en la Fig. 7, presenta el momento más próximo al control del incendio forestal. Los daños se pueden observar con claridad y precisión las afectaciones.

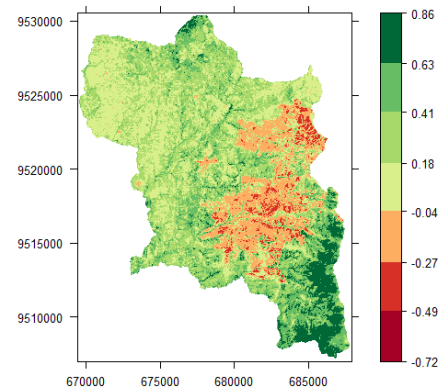


Fig. 7 Imagen espectral del cantón Quilanga durante el incendio forestal con el índice NBRI

3) *Después del incendio forestal:* Se observa una recuperación temprana de la vegetación con rangos promedio en el área afectada de 0.34 y en menor medida por debajo de 0.16. Véase la Fig. 8.

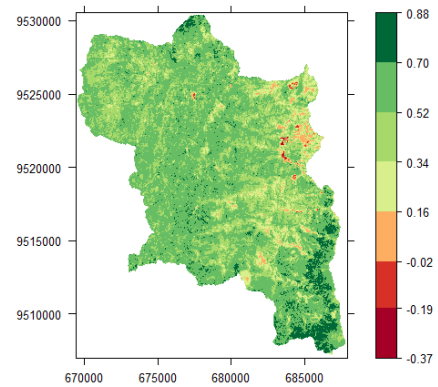


Fig. 8 Imagen espectral del cantón Quilanga después del incendio forestal con el índice NBRI

### J. Severidad del incendio forestal índices con similitud

Adicional al índice NBRI, el paquete RStoolbox proporciona el cálculo de más de treinta índices espectrales, herramienta que permite elegir el índice de mejor aplicabilidad para el mapeo de incendios forestales,

siendo éstos los índices: DVI, véase la Fig. 9; EVI2, véase la Fig. 10; GNDVI, véase en la Fig. 11, que, de acuerdo al análisis visual y la prueba de correlación.

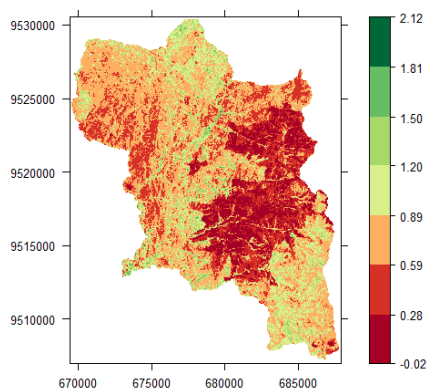


Fig. 9 Imagen espectral del cantón Quilanga índice DVI

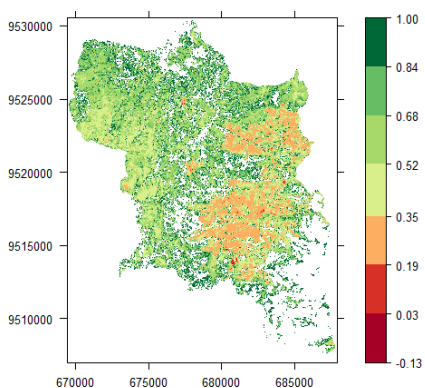


Fig. 10 Imagen espectral del cantón Quilanga índice EVI2

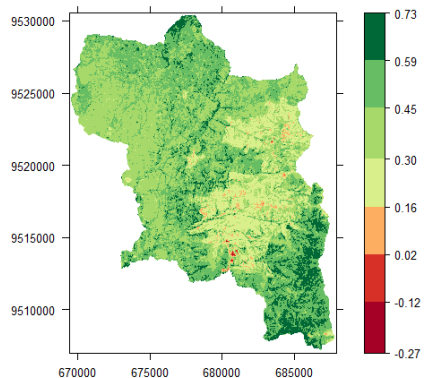


Fig. 11 Imagen espectral del cantón Quilanga índice GNDVI

Las imágenes satelitales Sentinel 2, las cuales tienen un valor monetario por unidad, son utilizadas generalmente para realizar mapeos de incendios forestales [30]. Es por esto que este estudio se efectuó con imágenes Landsat 8; adicionalmente se trabajó con el índice NDVI que mide la salud de la vegetación, por ende, permite mapear la cobertura vegetal. Es por esto que se consideró al NDVI como herramienta adecuada para estimar la recuperación vegetal [31].

**K. Mapeo de la recuperación de la vegetación afectada por el incendio forestal.**

Para mapear la recuperación de la cobertura vegetal se propusieron el índice NDVI, que se observa en la Fig. 12 y el índice SAVI, representado en la Fig. 13.

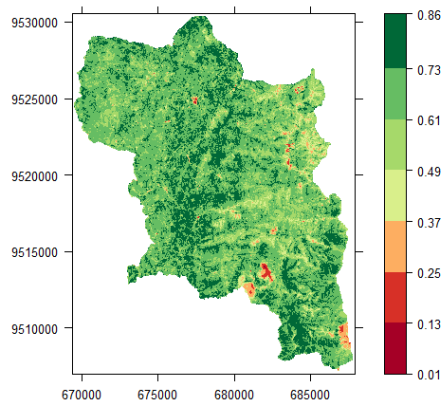


Fig. 12 Imagen espectral del cantón Quilanga índice NDVI

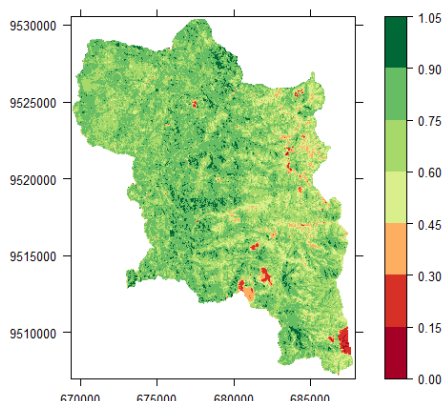


Fig. 13 Imagen espectral del cantón Quilanga índice SAVI

Los resultados obtenidos son aplicables en estudios espectrales para conocer el estado de la cobertura vegetal. Además pueden ser utilizados en la evaluación y análisis de factores externos al estudio como en agricultura de precisión [32].

**L. Estimación de la recuperación vegetal.**

Los resultados obtenidos se pueden contrastar con los valores promedio representados en la Fig. 14. En dicha infografía se expresan los valores espectrales de las diferentes fases, tales como: Antes, durante y después del incendio forestal. Generalmente, la presencia de valores espectrales negativos representa daños graves en la cobertura vegetal [16][27][23].

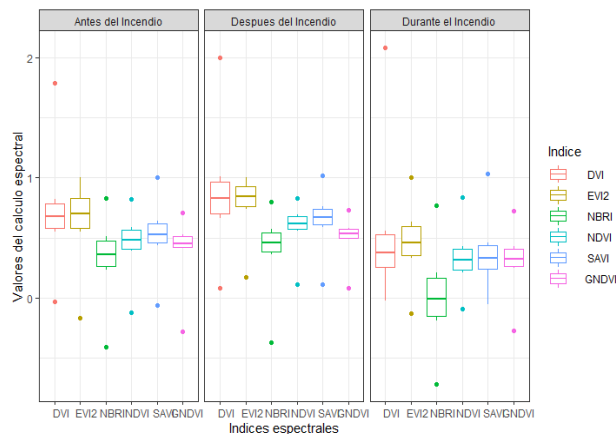


Fig. 14 Valores espectrales de las imágenes Landsat 8, en los tres tiempos de evaluación

Los valores espectrales obtenidos en el estudio dos permiten conocer dos aspectos generales del comportamiento de la vegetación antes, durante y después del incendio:

1) *El comportamiento de la vegetación y su recuperación*: Los valores de los índices NDVI fueron: antes -0.12 a 0.46 con tendencia positiva, durante -0.09 a 0.47 con tendencia negativa y después 0.01; 0.47. Este comportamiento se repite en el índice SAVI representado en el diagrama de cajas de la Fig. 14. Estos valores permiten inferir que hubo una recuperación vegetativa de acuerdo al análisis espectral [33][10][9][15][29], pero no se pudo identificar el tipo de vegetación recuperada, puesto que el cálculo de índices espectrales permite hacer estimaciones como otras herramientas que utilizan teledetección. De acuerdo al resultado obtenido y los valores espectrales se puede aseverar que hubo una recuperación temprana de la cobertura vegetal.

2) *Mapeo del incendio forestal*: Para identificar y mapear los incendios forestales se utilizó como referencia el índice NBRI siendo este el de mayor aplicación y una prueba de correlación de Pearson para con los demás índices espectrales obteniendo, así en los índices evaluados mejor correlación con referencia al NBRI. El índice SAVI= 0.98, el GNDVI= 0.96, EVI2= 0.97, DVI= 0.89 y NDVI= 0.98. Además, visualmente se puede constatar estos resultados en las Fig. 7, Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12 y Fig. 13.

### III. CONCLUSIONES

En Ecuador las imágenes satelitales han sido utilizadas para evaluar el estado de los cultivos y relacionarlos con su rendimiento [34]. Sin embargo, estos procesos de tratamiento y análisis de imágenes satelitales no se han aplicado a otros campos. Debido al gran impacto económico, ambiental y social negativo que producen los incendios forestales anualmente al país, se debería considerar la aplicación de estos estudios.

El algoritmo presentado en esta investigación permite evaluar el área afectada y así obtener una visión general de los daños ocasionados por este tipo de desastres, lo cual lo convierte en una herramienta de fácil aplicabilidad y reproducción. Este algoritmo se complementa mediante el uso de imágenes satelitales Landsat 8 y el software R. El software R facilita la reproducción de este estudio, debido a que la plataforma facilita la utilización de versiones anteriores, por esta razón las actualizaciones que se realicen no limitan su efectividad.

Asimismo, el software R permite tener una visión clara y global en el mapeo de incendios forestales, especialmente la delimitación del mismo. La aplicación del algoritmo en R facilita la obtención de imágenes de alta calidad y una visión de la afectación en áreas, por lo cual el algoritmo puede ser aplicado con enfoques para la evaluación de cultivos, pues la facilidad del package RStoolbox y el software R, permiten la facilidad de tener una gama de índices espectrales con múltiples aplicaciones.

En el análisis post incendio, se puede deducir una temprana recuperación a nivel espectral de la vegetación, la cual se puede ver influenciada en la fecha que se adquirió

la imagen post incendio, en el mes de abril, donde hay mayor fluctuación de la precipitación. Pero a nivel general, debido a que es una herramienta de estimación, se pudo cumplir con los objetivos planteados, sin la necesidad generar los costos que in situ se producen al estudiarlos o al realizar una clasificación supervisada.

Todos los estudios a nivel espectral con imágenes satelitales nos permiten hacer estimaciones, pero no se puede conocer con exacta certeza lo que sucede en campo. Esta herramienta es una alternativa para realizar monitoreo e identificar donde es necesario realizar oportunamente medidas de biorremediación.

Este estudio ayuda abrir un mayor desarrollo en la investigación en estos campos de la teledetección de incendios forestales, pues su facilidad de replicación le dará un aporte favorable al uso de herramientas convencionales, donde se debe tener mayor campo de conocimiento. Se debe considerar, antes de realizar el estudio, factores como nubosidad, facilidad para interpretar los valores espectrales, conocimientos medios en el manejo del software R y la identificación del área afectada.

### RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Proyecto de Investigación del Mapeo de Grandes Incendios Forestales de Ecuador, del Semillero de Investigación en Recursos Fitogénéticos de la Universidad Técnica de Machala (SIRF/UTMACH).

Los autores desean expresar su agradecimiento a Angel Eduardo Luna Romero, MSc, quien dicta la materia de Geomática en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH, por motivar a sus estudiantes al desarrollo de investigaciones, a MIND Research Group (<https://mind-researchgroup.com/>) por promover y apoyar a sus miembros en el proceso de investigación.

### REFERENCIAS

- [1] D. Pazmiño, "Peligro de incendios forestales asociado a factores climáticos en Ecuador" *FIGEMPA Investig y Desarro*, vol. 1 no. 1, pp. 10-18, Jun. 2019, doi: 10.29166/revfig.v1i1.1800.
- [2] J. G. Barros López and A. Y. Troncoso Salgado, "Atlas climatológico del Ecuador," Escuela Politecnica Nacional, 2010.
- [3] S. A. Vega Aguilar, C. C. Malla Ceferino, and H. F. Bejarano Copo, "Evidencias del cambio climático en Ecuador," *Rev. Agroecosistemas*, vol. 8, no. 1, pp. 72-76, 2020.
- [4] F. Navarro-Serrano *et al.*, "Maximum and minimum air temperature lapse rates in the Andean region of Ecuador and Peru," *Int. J. Climatol.*, p. joc.6574, Apr. 2020, doi: 10.1002/joc.6574.
- [5] E. Chuvieco, I. Aguado, J. Salas, M. García, M. Yebra, and P. Oliva, "Satellite Remote Sensing Contributions to Wildland Fire Science and Management," *Curr. For. Reports*, vol. 6, no. 2, pp. 81-96, Jun. 2020, doi: 10.1007/s40725-020-00116-5.
- [6] M. Flannigan, B. Stocks, and B. Wotton, "Climate change and forest fires," *Sci. Total Environ.*, vol. 262, no. 3, pp. 221-229, Nov. 2000, doi: 10.1016/S0048-9697(00)00524-6.
- [7] W. Schroeder, P. Oliva, L. Giglio, B. Quayle, E. Lorenz, and F. Morelli, "Active fire detection using Landsat-8/OLI data," *Remote Sens. Environ.*, vol. 185, pp. 210-220, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.rse.2015.08.032.
- [8] J. Delegido *et al.*, "Estimación del grado de severidad de incendios en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina, usando Sentinel-2 y su comparación con Landsat-8," *Rev. Teledetección*, no. 51, p. 47, Jun. 2018, doi: 10.4995/raet.2018.8934.
- [9] U. A. Bezzera, L. M. M. Oliveira, A. L. B. Candéias, B. B. Silva, A. C. L. S. Leite, and L. T. M. S. Silva, "Comparison of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Between the



- Sensors OLI-Landsat Satellite-8 and MSI-Sentinel-2 Satellite in Semi-Arid Region,” *Anuário do Inst. Geociências - UFRJ*, vol. 41, no. 3, pp. 167–177, Dec. 2018, doi: 10.11137/2018\_3\_167\_177.
- [10] Z. Wu, B. Middleton, R. Hetzler, J. Vogel, and D. Dye, “Vegetation Burn Severity Mapping Using Landsat-8 and WorldView-2,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, vol. 81, no. 2, pp. 143–154, Feb. 2015, doi: 10.14358/PERS.81.2.143.
- [11] F. Li, X. Zhang, S. Kondragunta, C. C. Schmidt, and C. D. Holmes, “A preliminary evaluation of GOES-16 active fire product using Landsat-8 and VIIRS active fire data, and ground-based prescribed fire records,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 237, p. 111600, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.rse.2019.111600.
- [12] P. Li, L. Jiang, and Z. Feng, “Cross-Comparison of Vegetation Indices Derived from Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) Sensors,” *Remote Sens.*, vol. 6, no. 1, pp. 310–329, Dec. 2013, doi: 10.3390/rs6010310.
- [13] C. K. Brewer, J. C. Winne, R. L. Redmond, D. W. Opitz, and M. V. Mangrich, “Classifying and Mapping Wildfire Severity,” *Photogramm. Eng. Remote Sens.*, vol. 71, no. 11, pp. 1311–1320, Nov. 2005, doi: 10.14358/PERS.71.11.1311.
- [14] R. W. Bussmann, “Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso.,” *Rev. Peru. Biol.*, vol. 12, no. 2, pp. 203–216, 2005.
- [15] E. Gómez-Sánchez, J. De las Heras, M. Lucas-Borja, and D. Moya, “Ajuste de metodologías para evaluar severidad de quemado en zonas semiáridas (SE peninsular): incendio Donceles 2012,” *Rev. Teledetección*, no. 49, p. 103, Dec. 2017, doi: 10.4995/raet.2017.7121.
- [16] M. A. Peña and J. Ulloa, “Mapeo de la recuperación de la vegetación quemada mediante la clasificación de índices espectrales pre- y post-incendio,” *Rev. Teledetección*, no. 50, p. 37, Dec. 2017, doi: 10.4995/raet.2017.7931.
- [17] S. C. Goslee, “Analyzing Remote Sensing Data in R: The landsat Package,” *J. Stat. Softw.*, vol. 43, no. 4, 2011, doi: 10.18637/jss.v043.i04.
- [18] J. Maldonado and L. Álvarez, O., Montaña, T. Tenechagua, “Análisis Climático de la Velocidad del Viento en la Región Sur del Ecuador,” *Rev. Politécnica*, vol. 35, no. 3, p. 137, 2015.
- [19] G. Aguirre, Zhofre Mendoza. Geada-Lopez, “Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador,” *Arnaldoa*, vol. 24, no. 1, Jun. 2017, doi: 10.22497/arnaldoa.241.24107.
- [20] J. Barsi, K. Lee, G. Kvaran, B. Markham, and J. Pedelty, “The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager,” *Remote Sens.*, vol. 6, no. 10, pp. 10232–10251, Oct. 2014, doi: 10.3390/rs61010232.
- [21] A. R. López García, “Estudio de la severidad y regeneración de la vegetación por el incendio de 2012 en el Bosque La Primavera (México) mediante imágenes LANDSAT 7,” *Rev. Cart.*, no. 101, pp. 35–50, Jun. 2020, doi: 10.35424/rcarto.v0i101.420.
- [22] C. Gandrud, *Reproducible research with R and R studio*. Taylor & Francis Group, 2013.
- [23] P. Illera, A. Fernández, and J. A. Delgado, “Temporal evolution of the NDVI as an indicator of forest fire danger,” *Int. J. Remote Sens.*, vol. 17, no. 6, pp. 1093–1105, Apr. 1996, doi: 10.1080/01431169608949072.
- [24] R. J. Leutner, B., Horning, N., Schwalb-Willmann, J., & Hijmans, “RStoolbox: tools for remote sensing data analysis. R package version 0.1.7.” 2017.
- [25] E. Bastarrika Izagirre, A. y Chuvieco Salinero, “Cartografía del área quemada mediante crecimiento de regiones: aplicación en entornos mediterráneos con imágenes tm y etm+1,” *GeoFocus*, vol. 6, pp. 82–204, 2006.
- [26] A. R. Montellano, “Cartografía multitemporal de quemas e incendios forestales en Bolivia: Detección y validación post-incendio,” *Ecol. en Bolív.*, vol. 47, no. 1, pp. 53–71, 2012.
- [27] S. Martínez, E. Chuvieco, I. Aguado, and J. Salas, “Burn severity and regeneration in large forest fires: an analysis from Landsat time series,” *Rev. Teledetección*, no. 49, p. 17, Dec. 2017, doi: 10.4995/raet.2017.7182.
- [28] C. Gómez *et al.*, “Cartografía anual de incendios forestales (1985-2015) en el Noroeste de España a partir de serie temporal de datos Landsat y algoritmo Composite2Change,” in *Nuevas plataformas y sensores de teledetección. XVII Congreso de la Asociación Española de Teledetección*, 2017, pp. 169–172.
- [29] A. Collingwood, P. Treitz, F. Charbonneau, and D. Atkinson, “Artificial Neural Network Modeling of High Arctic Phytomass Using Synthetic Aperture Radar and Multispectral Data,” *Remote Sens.*, vol. 6, no. 3, pp. 2134–2153, Mar. 2014, doi: 10.3390/rs6032134.
- [30] A. Fernández-Manso, O. Fernández-Manso, and C. Quintano, “SENTINEL-2A red-edge spectral indices suitability for discriminating burn severity,” *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, vol. 50, pp. 170–175, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.jag.2016.03.005.
- [31] P. Teillet, “Effects of spectral, spatial, and radiometric characteristics on remote sensing vegetation indices of forested regions,” *Remote Sens. Environ.*, vol. 61, no. 1, pp. 139–149, Jul. 1997, doi: 10.1016/S0034-4257(96)00248-9.
- [32] S. Kharuf-Gutierrez, R. Orozco-Morales, O. de la C. Aday Díaz, and E. Pineda Ruiz, “Multispectral aerial image processing system for precision agriculture,” *Sist. y Telemática*, vol. 16, no. 47, Oct. 2018, doi: 10.18046/syt.v16i47.3221.
- [33] S. Pesaresi, A. Mancini, G. Quattrini, and S. Casavecchia, “Mapping Mediterranean Forest Plant Associations and Habitats with Functional Principal Component Analysis Using Landsat 8 NDVI Time Series,” *Remote Sens.*, vol. 12, no. 7, p. 1132, Apr. 2020, doi: 10.3390/rs12071132.
- [34] C. G. Aguilar, “Aplicación de índices de vegetación derivados de imágenes satelitales para análisis de coberturas vegetales en la provincia de Loja, Ecuador.,” *CEDAMAZ*, vol. 5, no. 1, pp. 30–41, 2015.





# Comunicación Basada en Radio Cognitiva sobre Radio Definido por Software

## Communication Based in Cognitive Radio over Software Defined Radio

**Andy Vega**

Universidad Nacional de Loja  
Loja, Ecuador  
andy.vega@unl.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0106-6880

**Andrea Guamo**

Universidad Nacional de Loja  
Loja, Ecuador  
akguamom@unl.edu.ec

**Resumen**— En la era de la tecnología inalámbrica, la escasez del espectro radioeléctrico plantea un grave dilema para los proveedores de servicios y los operadores de telecomunicaciones. La tecnología de Radio Cognitiva (RC) proporciona una solución innovadora para mejorar significativamente la utilización del espectro. El presente documento desarrolla y dispone la información necesaria para implementar un enlace de comunicación basado en Radio Cognitiva. Para realizar dicha tarea se utiliza herramientas como: software GNU Radio, en donde se implementa el sistema de comunicación que incluye el detector del espectro seleccionado y se pone en manifiesto la característica principal de la tecnología RC que debe ser consciente del entorno radioeléctrico con fines de optimizarlo y, a base del mismo, permite tomar decisiones de transmisión que no interrumpe en ningún momento la comunicación del enlace ni obstaculiza o perjudica la comunicación de un Usuario primario o licenciado. Además, se emplea herramientas de Radio definido por Software (SDR) que realizan tareas de radiocomunicación como procesamiento de banda base y las diferentes configuraciones necesarias para la radiocomunicación en la banda de Ultra Alta frecuencia (UHF), logrando así establecer un enlace de comunicación basado en Radio Cognitiva.

**Abstract**— In this era of wireless technology, the scarcity of radio spectrum poses a serious dilemma for service providers and telecom operators. Cognitive Radio (CR) technology provides an innovative solution to significantly improve spectrum utilization. This document develops and provides the necessary information to implement a communication link based on Cognitive Radio. Tools such as GNU Radio software were used to carry out this task with the implementation of the communication system that contained the selected spectrum detector. It also revealed the main characteristic of the RC technology, which is, to be aware of the radio electric environment, to optimize it and, based on it, make transmission decisions that do not interrupt the communication of the link at any time or hinder or harm the communication of a primary or licensed User. Likewise, Software Defined Radio (SDR) tools were used. They perform radio communication tasks such as baseband processing and the different necessary settings for radio communication in the Ultra High Frequency (UHF) band, thus establishing a link of communication based on Cognitive Radio.

**Palabras Clave:** Radio, Cognitiva, Radio Definido por Software, GNU Radio, Sensado del Espectro, OFDM

**Keywords:** Cognitive, Radio, Software Defined Radio, GNU Radio, Spectrum Sensing, OFDM

---

**Enviado:** 19/06/2020

**Aceptado:** 06/10/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Radio Cognitiva, III Enlace de Comunicación basado en Radio Cognitiva, IV Resultados, V Discusión, VI Conclusiones.

**Como citar:** Vega, Andy., & Guamo, Andrea. (2020). Comunicación Basada en Radio Cognitiva sobre Radio Definido por Software. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/736>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/736>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.736>

## I. INTRODUCCIÓN

Las comunicaciones inalámbricas se han convertido en una parte indispensable de la vida diaria con demandas cada vez más altas. A consecuencia de la designación de forma estática del recurso natural no renovable, en este caso el espectro radioeléctrico, su empleo se ha realizado de manera poco eficiente e ineficaz. La proliferación de dispositivos y servicios inalámbricos para diferentes usos tales como las comunicaciones móviles, la seguridad pública, Wi-Fi y televisión sirven como ejemplo indiscutible de cuánto la sociedad moderna se ha vuelto dependiente del manejo del espectro radioeléctrico.

Recientes estudios del espectro radioeléctrico realizados por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) -por sus siglas en inglés- muestra que la utilización del espectro en la banda de 0-6 GHz varía de 15% al 85%[1], demostrando así que gran parte del espectro licenciado asignado está infrautilizado. La Radio Cognitiva nace como la tecnología que plantea una gestión del recurso natural de carácter limitado de manera mucho más eficiente y propone un acceso dinámico al espectro radioeléctrico. De esta forma, presenta un sistema de radiofrecuencia capaz de modificar sus parámetros de transmisión basándose en la interacción con el medio en el que opera y trabaja, con la premisa fundamental de la no interferencia con los usuarios licenciados o Usuarios Primarios[2][3]. Uno de los mecanismos más importantes del concepto cognitivo es la capacidad de medir, detectar, aprender y conocer los parámetros relacionados con las características del canal de radio, la disponibilidad de espectro y potencia, el entorno operativo de la radio, los requisitos y aplicaciones del usuario, las redes disponibles y nodos, políticas locales y otras restricciones operativas.

En años anteriores, los dispositivos de comunicación como el sistema de radio tradicional admitían un número fijo de canales y múltiples frecuencias, pero el problema residía en que el canal y la frecuencia deben elegirse a la hora del diseño y no en una etapa posterior porque no existe mecanismo para realizar ningún ajuste posterior al diseño. En indagación de una mejor solución a la problemática, se introduce un concepto denominado Software Defined Radio (SDR) -por sus siglas en inglés-,[4] el cual ejecuta la mayor parte de las funciones de un equipo de radio, inclusive las más importantes, por medio del software implementado en un ordenador.

Aunque la definición de SDR no es relativamente nueva, la mayor limitante que presenta es su falta de inteligencia para la toma de decisiones, con el fin de superar dicha restricción participa activamente RC, logra eliminar los inconvenientes de SDR. A continuación, en este apartado se cree fundamental exponer diversos trabajos relacionados a este tema, como un exordio importante al trabajo realizado.

De acuerdo con, [5] SDR ilustran un papel fundamental en la puesta en marcha de los sistemas de comunicación, el mismo enseña el diseño, desarrollo y validación de un sistema de detección de radio cognitivo basado en SDR con un nivel muy alto.

Mejía Ardila, Andrés Fernando [6] presentan un análisis ocupacional en la banda GSM para redes de RC, indicando la aplicación de la tecnología en una banda específica y los

resultados obtenidos del mismo. Varios estudios coinciden en que la detección de espectro ha sido definida como la labor de obtener un sentido de espectro disponible, determinando la existencia de usuarios licenciados dentro de una región geográfica definida [7]. Algunos trabajos han centrado su investigación en encontrar un método de detección de espectro idóneo y eficaz, además de indicar las diferencias entre los mismos como ocurre en [8]. Detectar oportunamente el espectro es una capacidad importante de los sistemas de RC, los White Spaces presentan una oportunidad potencial para la comunicación inalámbrica.

Zhe Huang, Weidong Wang, Yinghai Zhang [9] proponen y plantean un estudio y posterior ejecución de Radio Cognitiva utilizando USRP, dicho análisis proporciona un punto de partida para la presente investigación. En [10] observamos cómo se realiza la tarea de sensado del espectro por medio de USRP, y usan dos diferentes detectores de espectro: el detector de energía y detector de ciclo-estacionariedad; y cómo por medio de la curva ROC verifican la veracidad de los algoritmos implementados y ejecutados.

El propósito de este artículo es proporcionar la base teórica y práctica para la implementación de un enlace de comunicaciones basado en Radio Cognitiva tomando como referencia el estándar IEEE 802.22. Se realiza el diseño y posterior ejecución en la herramienta de software GNU Radio junto con las herramientas de software SDR, en los Laboratorios de Antenas y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Loja.

## II. RADIO COGNITIVA

### A. Generalidades

La Radio Cognitiva se basa en su uso potencial para el acceso dinámico al espectro: Radios que encuentran y usan "White Spaces". Por lo tanto, una radio cognitiva puede definirse como una radio inteligente, la cual puede programarse a base de su interacción con el entorno y configuración dinámica para alterar su comportamiento. De esta forma, lograr las condiciones óptimas de transmisión

Para que un dispositivo de RC pueda obtener todas las características antes mencionadas, en su tesis doctoral Mitola [11], declara que es necesario un ciclo cognitivo que realice una determinada función que conlleva a una compleja radio autoconsciente. En la Fig. 1 se observa los niveles del ciclo cognitivo.



Fig. 1 Ciclo Cognitivo según Mitola

En la terminología de radio cognitiva, el usuario primario (PU) -por sus siglas en inglés- se puede definir como el usuario que posee mayor prioridad en el empleo de cualquier parte específica del espectro. El usuario secundario (SU) -por sus siglas en inglés- es el que tiene una prioridad mucho menor. El usuario secundario obtiene acceso a este espectro de tal manera que no causa ningún tipo de interferencia al usuario principal ya existente. Por lo tanto, un usuario secundario debe tener capacidades de radio cognitiva, como detectar el espectro de manera confiable para verificar si la banda del espectro está siendo utilizada por algún usuario primario y cambiar sus propios parámetros de radio para explotar la banda no utilizada del espectro. La Fig. 2 ilustra lo anteriormente descrito.

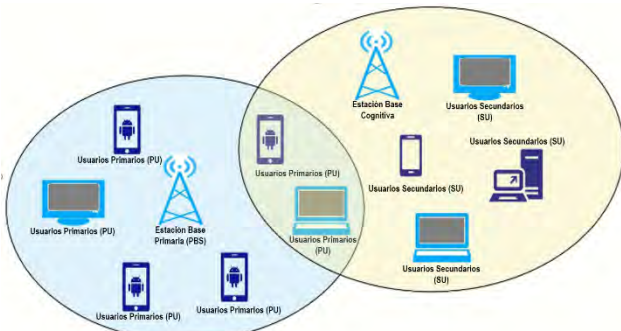


Fig. 2 Usuarios: Primarios y Secundarios en un Red CR

### B. Detección del Espectro

Las técnicas de Detección de Espectro o Sensado, se convierte en el mecanismo esencial y crucial que permite a la RC detectar oportunidades de transmisión. Para minimizar la interferencia causada por los Usuarios Primarios, la tarea de detección de espectro realizada por un RC debe ser confiable y rápida.

Hasta el momento, se han propuesto varios enfoques para la detección del espectro, como el filtro combinado, la detección de energía (ED), la detección de características y la detección de wavelets [12]. En dichos métodos, ED utiliza la energía de la señal recibida en la SU para determinar la presencia de señales de la PU.

Este método simple puede recopilar información de ocupación del espectro de forma rápida. Su principal característica es que no requiere información previa sobre el comportamiento (modulación) de la señal recibida o del convertidor de señal analógica a digital (ADC) acciones obligatorias para los detectores de filtro acoplado y de ciclo estación respectivamente. Además, el estándar IEEE 802.22 incluye la detección de especies a través de ED en RC. Por lo tanto, un detector de energía es una opción óptima cuando la información sobre el canal no está disponible, y es el seleccionado para la implementación del presente trabajo.

Con el algoritmo de detección seleccionado, se presentan dos probabilidades de interés; probabilidad de detección  $P_d$  y probabilidad de falsa alarma  $P_{fa}$ .

### C. Detector de Energía

La disyuntiva del sensado de espectro puede ser modelado como un test de hipótesis, lo cual es equivalente a decidir entre 2 hipótesis: [13]

$$y(t) \begin{cases} H_0 = n(t) & \text{Señal Ausente} \\ H_1 = s(t) + n(t) & \text{Señal Presente} \end{cases} \quad (1)$$

Donde,  $y(t)$  es la señal recibida por el usuario CR,  $H_1$  indica que hay una señal presente,  $H_0$  indica ausencia de señal,  $s(t)$  es señal transmitida por el PU,  $n(t)$  es el ruido blanco Gaussiano indica aditivo de media nula (sus siglas en inglés AWGN).

El estadístico utilizado generalmente por este tipo de detectores es la energía media del total de las muestras observadas: [13]

$$T = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N |y(t)|^2 \geq \lambda \quad (2)$$

Donde  $T$  es el tamaño del vector de observación. El funcionamiento de cualquier detector debe ser descrito mediante  $P_{fa}$ , y  $P_d$ . Una falsa alarma se da cada vez que  $T < \lambda$  en el caso de que  $H_0$  sea cierta, mientras que la detección ocurre cuando  $T > \lambda$  siendo  $H_1$  cierta, Las ecuaciones 3-5 muestra lo anteriormente descrito en forma matemática.

$$P_{fa} = P_r(T > \lambda | H_0) = Q\left(\frac{\lambda - (\sigma_s^2 - \sigma_n^2)}{(\sigma_s^2 - \sigma_n^2) \sqrt{\frac{2}{N}}}\right) \quad (3)$$

$$P_d = P_r(T > \lambda | H_1) = Q\left(\frac{\lambda - \sigma_n^2}{\sigma_n^2 \sqrt{\frac{2}{N}}}\right) \quad (4)$$

Donde función  $Q$  es: [14]

$$Q(x) = \frac{1}{2\pi} \left( \int_x^\infty \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \right) \quad (5)$$

El principal objetivo de los distintos métodos de detección basados en energía consiste en la búsqueda de un umbral adecuado para la decisión. La elección de un umbral adecuado es importante para un buen desempeño del ED. Si el umbral es demasiado elevado, el SU puede decidir que hay espacio libre en el espectro cuando la señal de PU está presente, y su transmisión interferirá con la transmisión de PU, por el contrario, si el valor es demasiado bajo, el detector no reaccionará ante la ausencia de una señal en el canal y el SU perderá la oportunidad de utilizar el espectro. El umbral se obtiene mediante la ecuación 6 en donde  $Q^{-1}$  es la función inversa de  $Q$  evaluada en la Probabilidad de Falsa Alarma y equivale al número de muestras tomadas.

$$\lambda = \sigma_n^2 \left( Q^{-1}(P_{FA}) \sqrt{2N} + N \right) \quad (6)$$

La incertidumbre de piso de ruido se define como  $\tau - 1$ , considerando este último, se reescribe la ecuación 7 referente al umbral en función a la probabilidad de falsa alarma, la misma se utiliza para el diseño del detector implementado.

$$\lambda_{FA} = \tau \sigma_n^2 \left[ \frac{Q^{-1}(P_{FA})}{\sqrt{N}} + 1 \right] \quad (7)$$

### III. ENLACE DE COMUNICACIÓN BASADO EN RADIO COGNITIVO

El presente trabajo propone la implementación de un enlace de comunicación basado en Radio Cognitiva que coloque en manifiesto la definición y principal característica del mismo. El enlace a implementar está constituido por el PU el cual transmite una frecuencia arbitraria y tiene prioridad en el uso de la banda. También se establece el respectivo Transmisor y Receptor Cognitivo perteneciente al SU, este deberá trasladarse a la banda de frecuencia libre más próxima en caso de que el PU ocupe la banda en que el SU está transmitiendo, sin que afecte ni interrumpa la comunicación entre Transmisor y Receptor del SU, la Fig. 3 muestra la arquitectura del sistema propuesto.

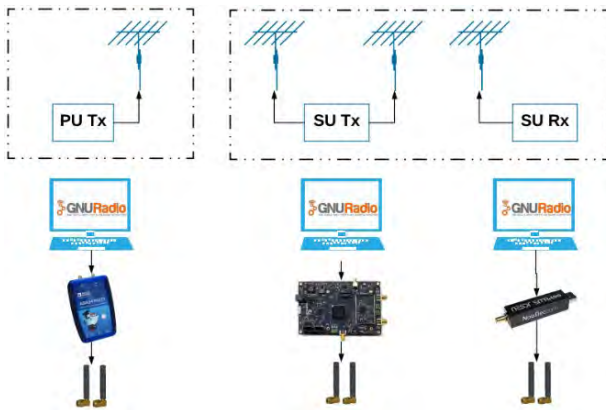


Fig. 3 Arquitectura del Sistema a Implementar

Existe en el mercado una gama extensa de dispositivos SDR. Para el presente trabajo se selecciona los dispositivos Blade RF x40, Pluto-SDR y RTL-SDR para su realización y posterior ejecución. Los dispositivos fueron elegidos conforme a su funcionalidad y características técnicas, las mismas que proveen los requerimientos necesarios para llevar a cabo la implementación del enlace.

Los SDR cumplen las funciones de RF e IF, mientras que GNU Radio realiza todas las funciones de banda base y reconfigura los SDR utilizados. GNU Radio controla las tarjetas Blade RF, RTL-SDR y PlutoSDR a través de OSMOCOM (gr-osmosdr) e IIO (gr-iio) respectivamente, estos controladores de hardware han sido creados específicamente para entablar la comunicación entre las tarjetas y el programa. La Fig. 4 muestra las funciones llevadas a cabo por GNU Radio en la cadena de Transmisión y Recepción por parte del SU.

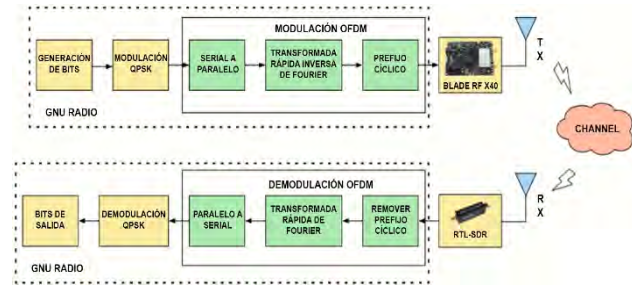


Fig. 4 Cadena de Tx y Rx del Enlace

Es necesario tener en consideración ciertos parámetros para implementar el método de detección de espectro seleccionado, es el caso del Detector de Energía. Estos parámetros son la probabilidad de detección, falsa alarma e incertidumbre de ruido; por tal razón, los requerimientos son preestablecidos a base de la norma IEEE 802.22 y el estándar es el único en vigor referente a la tecnología RC. La TABLA I presenta el valor de los datos que se utilizan para la configuración del detector.

TABLA I  
PARÁMETROS PARA CONFIGURACIÓN DEL DETECTOR DE ENERGÍA

| Parámetros de Configuración               | Valores              |
|---|----------------------|
| Probabilidad de Falsa Alarma ( $P_{fa}$ ) | $\leq 0.1$ (10%)     |
| Probabilidad de Detección ( $P_d$ )       | $\leq 0.9$ (90%)     |
| Incertidumbre de Ruido ( $\tau$ )         | 0.1                  |
| Potencia de Ruido                         | $5 \times 10^{-9}$ W |
| Modulación                                | OFDM                 |

#### A. Detector de Energía en GNU Radio

Un nuevo bloque de ED se desarrolla e implementa en las bibliotecas de GNU Radio Companion [15]. Los parámetros de entrada del bloque ED son: el número de muestras, la varianza de ruido, la probabilidad de falsa alarma e incertidumbre de ruido. El ED desarrollado se prueba, como se muestra en el diagrama de bloques de la configuración experimental de la Fig. 5.

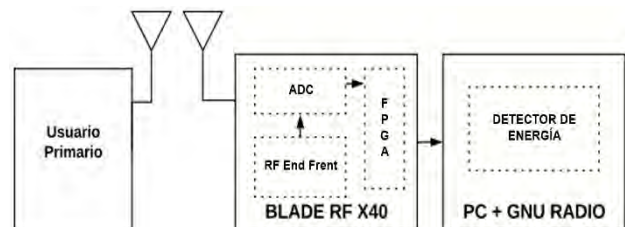


Fig. 5 Diagrama de bloques de la configuración experimental de detector de energía

#### B. Detección y Transmisión del Transmisor Cognitivo

La detección y la transmisión se implementan en paralelo en el transmisor cognitivo. Este transmisor realiza primero el sensado y a base de los resultados obtenidos toma las diferentes decisiones. La Fig. 6 ilustra de mejor manera lo anteriormente expuesto. Cabe destacar que mientras se realiza el sensado no desarrolla la transmisión de datos, en caso de ejecutarse la transmisión se detiene hasta obtener el resultado del detector para proceder en la toma de decisiones.

Una vez realizado el sensado existen dos posibles escenarios:

- Permanecer en la misma frecuencia, ya que esta se encuentra libre y no existe presencia de Usuario Primario o
- Trasladarse a la próxima frecuencia disponible puesto que ha detectado presencia de Usuario Primario y debe abandonarla inmediatamente sin interrumpir el enlace de comunicación.

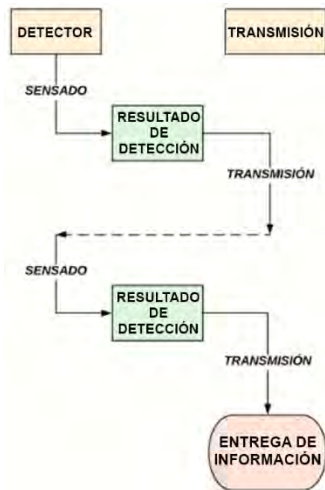


Fig. 6 Detección y Transmisión ejecutadas por el Transmisor Cognitivo

#### IV. RESULTADOS

En la implementación del sistema CR, se usaron tres SDR, dos computadoras personales (PC) y una computadora portátil, como se muestra en la Fig. 7. La PC con SDR A actúa como transmisor de PU, la PC con SDR B actúa como Transmisor por parte de SU y la portátil con SDR 3 actúa como el receptor del SU.

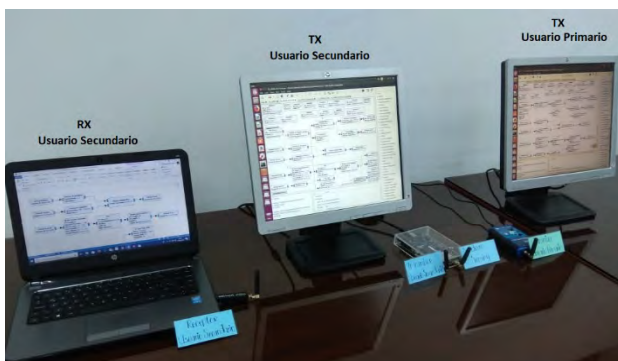


Fig. 7 Pruebas de la Arquitectura de GNU Radio

La frecuencia central de Transmisor PU se fija en 370MHz para evitar interferencias, cabe mencionar que con anterioridad se realiza un sensado del espectro en la ciudad de Loja, sitio de pruebas del enlace para determinar las frecuencias disponibles y las que poden ser seleccionadas para la implementación del presente trabajo.

Luego de finalizar la elaboración de los bloques necesarios para la implementación del Transmisor Cognitivo, se realiza la gráfica ROC, es decir, la curva de probabilidad de detección frente a la probabilidad de falsa alarma. Esta gráfica se usa a menudo para ilustrar y cuantificar la capacidad de detección del detector de energía, se ha creído conveniente realizarla para verificar

el detector de energía implementado. La TABLA II muestra los parámetros utilizados en este documento para la evaluación del desempeño.

TABLA II  
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE  
DETECTOR DE ENERGÍA

| Nombre                         | Valor   |
|--------------------------------|---------|
| N. de Usuarios Primarios       | 1       |
| Modulación de Usuario Primario | OFDM    |
| N. de Usuarios Secundarios     | 1       |
| Rango de SNR                   | -21 dB  |
| N. de muestras                 | 170 000 |

La Fig. 8 muestra las curvas ROC experimentales obtenidas para el detector de energía, con diferentes valores de SNR.

Para obtener este gráfico, un SDR (Blade RF) sirve como detector y el otro (PlutoSDR) envía señales OFDM a diferentes amplitudes, es decir, varía el parámetro amplitud del transmisor. Las condiciones que se toman en consideración son las siguientes:

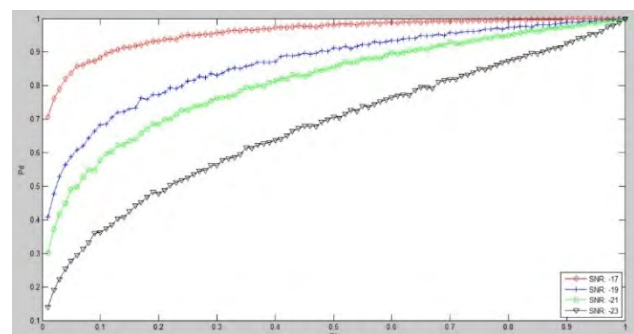


Fig. 8 Característica de funcionamiento del receptor para el detector de energía

- La detección de energía calculada es la de un canal con un ancho de banda de 1 MHz con una frecuencia central igual a 400 MHz.
- Los SDRs se colocan en un ambiente interior (laboratorio), separados varios metros de distancia (entre 1 a 5 metros).

Como era de esperar, mientras más altas sean las muestras (N), mejor será la calidad de la detección. El rendimiento del detector de energía no solo depende de la SNR, sino también del número de muestras utilizadas para la detección.

Una elevada probabilidad de falsas alarmas puede conducir a la pérdida de una potencial oportunidad de transmisión que los Usuarios Secundarios pueden aprovechar. Por otro lado, una detección perdida puede resultar en una interferencia catastrófica y perjudicial para los usuarios con licencia.

##### A. Transmisor PU

El flujo de datos desde su origen hasta el frente de RF se esquematiza en la Fig. 9.

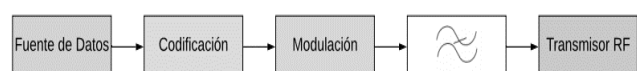


Fig. 9 Diagrama de bloques de TX de PU

Se convierte el flujo de datos digitales en paquetes y se añade header/tag a dichos paquetes para su identificación. Posteriormente sigue la conversión de los datos en un esquema de constelación. A continuación, se asignan los puntos de constelación correspondientes. En esta etapa, los datos se representan como números complejos y están en serie, en este momento se pueden insertar símbolos piloto conocidos asignados con esquemas de mapeo también conocidos. Luego se aplica una conversión de serie a paralelo y se realiza la operación IFFT en los datos complejos paralelos. Los datos de salida de esta operación se agrupan nuevamente, según el número de sub-portadoras de transmisión requeridas. El prefijo cíclico se inserta en cada bloque de datos de acuerdo con la especificación del sistema y los datos se multiplexan de manera serial. En esta etapa, los datos están modulados por OFDM y listos para ser transmitidos. La tarjeta Pluto-SDR se utiliza para transformar los datos digitales en el dominio del tiempo, convertirlos a frecuencia de transmisión y enviarlos a través de un canal inalámbrico. La Fig. 10 indica la señal generada por el PU.

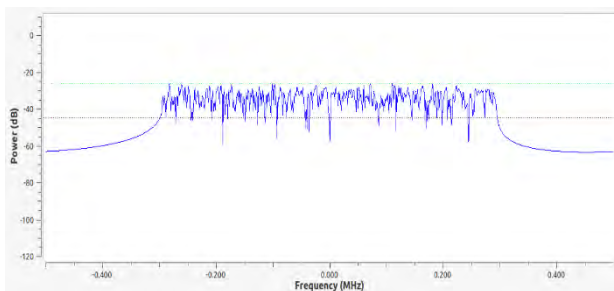


Fig. 10 Señal de Transmisión de PU generada en GNU Radio

### B. Transmisor SU

El sistema RC consta de dos bloques de funcionamiento principales: detección de espectro y decisión del espectro. Posteriormente con la realización de dichos bloques se procede con la transmisión de datos. La detección de espectro se utiliza para sensar el espectro y detectar la presencia de la PU en el espectro escaneado. La decisión del espectro es responsable de identificar la frecuencia, establecer la sincronización y toma una decisión sobre cuándo y cómo comunicarse. La Fig. 11 ilustra la señal resultante del sistema CR generado.

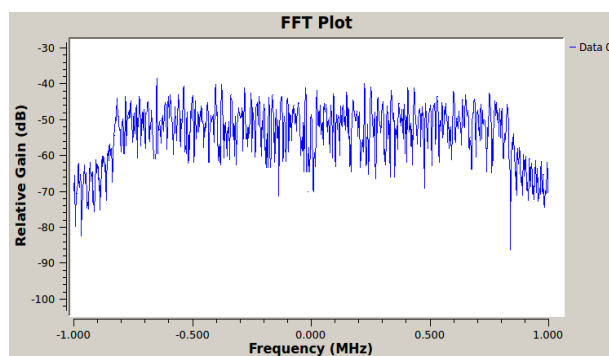


Fig. 11 Señal de Transmisión de SU generada en GNU Radio

### C. Receptor SU

La forma de onda en el dominio del tiempo que se recibe por medio del RTL-SDR es detectada y posteriormente

evaluada por los bloques creados anteriormente, la señal se dirige al bloque AGC para la corrección del nivel de potencia y luego al bloque de sincronización de tiempo que ejecuta la estimación del desplazamiento del tiempo del símbolo y la corrección del desplazamiento de la frecuencia de la portadora. El bloque Schmidl & Cox OFDM synch realiza la estimación utilizando la auto correlación del preámbulo.

Posteriormente, la señal pasa por el encabezado y el flujo de carga útil que va al bloque FFT, luego el bloque FFT realiza la conversión de frecuencia y demodula las sub-partes individuales. La señal de dominio de frecuencia del encabezado y la carga útil pasa por la estimación de canal y el ecualizador de trama iguala el canal y corrige la frecuencia y la fase. Subsiguientemente los bloques del serializador OFDM eliminan los símbolos piloto, y pasan por el bloque Constellation Decoder el que se encarga de decodificar la carga útil para extraerla y re-empaquetarla, finalmente guarda la información receptada en un archivo para verificar la correcta llegada de los datos. La Fig. 12 muestra la señal resultante.

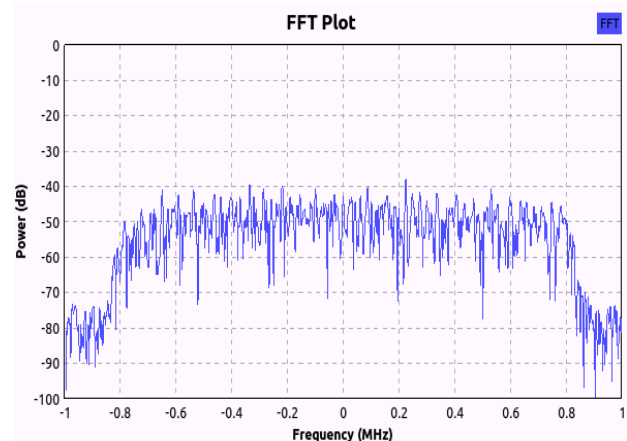


Fig. 12 Señal de Recepción de SU generada en GNU Radio

## V. DISCUSIÓN

El estudio previo acerca de la tecnología de Radio Cognitiva y bibliografía referente a su implementación permite contrastar cabalmente los requerimientos necesarios y proporciona el principio básico para la selección de los elementos principales y fundamentales que conforman el enlace de comunicación.

El detector de Energía, seleccionado como método de detección para realizar el sensado de espectro, muestra un alto índice de respuestas positivas a la hora de detectar la presencia o no de Usuarios Primarios, es importante resaltar que existen algunos falsos positivos, se deduce que dichos resultados se obtienen debido a la simplicidad de su arquitectura, se elabora la curva ROC para ilustrar y cuantificar la capacidad de detección del detector de energía, la Fig. 7 ilustra los resultados obtenidos.

Se puede contrastar que la herramienta de software GNU Radio seleccionada, presenta versatilidad y facilidad para la creación de los bloques requeridos. Es necesario un estudio previo de la funcionalidad del mismo y establecer un punto de partida para la creación y/o modificación de los bloques. El lenguaje de programación seleccionado fue



C++, el cual presenta resultados favorables y facilidad a la hora de adaptar las especificaciones necesarias.

Los resultados preliminares del trabajo experimental muestran que SDR proporciona flexibilidad en el diseño y comprobación de un sistema de comunicación de manera práctica, considerando las condiciones reales del canal. La eficiencia del enlace implementado es exitosa, al realizar la comparativa entre un enlace normal de comunicaciones y uno basado en sistemas de Radio Cognitiva se puede constatar las ventajas de la tecnología estudiada y la puesta en marcha de la misma que pone en manifiesto la definición y objetivo principal del tema de estudio de la presente investigación.

Este trabajo actualmente mantiene una limitante derivado del sistema radiante seleccionado el cuál presenta pérdidas y baja ganancia que lo hace vulnerable al enlace implementado frente al ruido y su distancia de propagación no es extensa.

## VI. CONCLUSIONES

La propuesta tecnológica presentada evidencia el funcionamiento adecuado del sistema y logra satisfacer el objetivo principal de implementar un enlace de comunicación basado en Radio Cognitiva y Radio Definido por Software.

La herramienta GNU Radio aporta considerablemente los procesos Cognitivos, se logra establecer el enlace planteado y se lleva a cabo las tareas de detector de espectro, detector de energía y decisión del espectro.

Se logra evidenciar que es factible el funcionamiento de un enlace cognitivo a través de herramientas de hardware y software, las mismas que no representan costes elevados y son de sencilla adquisición.

Los sistemas radiantes o grupo de antenas usados se establecen como un elemento primordial para el mejoramiento de las prestaciones técnicas de un enlace basado en los conceptos RC y expuestos de forma práctica sobre sistemas de radiocomunicaciones SDR.

## REFERENCIAS

- [1] K. Larson, L. Cacciatore, S. Crawford, T. Eng, E. Jacobs, J. Jackson, J. Levin, B. Luther, M. Marcus, T. Maguire, B. Nelson, S. Persaud, R. Repasi, B. Romano, T. Stanley, J. Williams, and J. Wong. (2002) "Spectrum policy task force," *Spectrum policy task force*. pp. 147–158.
- [2] J. Mitola III. (2001). "Cognitive Radio for Flexible Mobile Multimedia Communications," *Mobile Networks Applications*, vol. 6, no. 5, pp. 435–441
- [3] J. Ma, Y. Li, and B. Hwang. (2009). "Signal Processing in Cognitive Radio," *Proc. IEEE*, vol. 97, no. 5, pp. 805–823.
- [4] J. Banerjee, and K. Karmakar. (2012). "A Comparative Study on Cognitive Radio Implementation Issues"
- [5] S. Shellhammer. (2008). "Spectrum Sensing in IEEE 802.22" Qualcomm Inc.
- [6] F. Mejia, (2017). "Análisis de ocupación de canales para redes de Radio Cognitiva en el espectro de señales GSM durante un periodo de seis meses", Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.
- [7] Pedraza, L., Forero, F., y Páez, I. (2012) "Detección de espectro para radio cognitiva." *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.* vol. 20, no. 2, pp. 197–210.
- [8] Z. Xuping, and P. Jianguo. (2007). "Energy-detection based spectrum sensing for cognitive radio." en IET Conference on Wireless, Mobile and Sensor Networks 2007 (CCWMSN07). vol. 2007, pp. 944–947.
- [9] Z. Huang, W. Wang, and Y. Zhang. (2011). "Design and implementation of cognitive radio hardware platform based on USRP." en IET International Conference on Communication Technology and Application (ICCTA 2011). pp. 160–164.
- [10] S. Ricardo, F. Yoshimura, S. Mathilde, J. Dantas, A. Vicente, J. da Cruz Jr, J. Bazzo, and D. Melgarejo. (2018). "A USRP based scheme for cooperative sensing networks", 4<sup>o</sup> Workshop de Redes de Acceso en Banda Ancha. Conferencia. XXXII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos
- [11] FCC, "Notice of Proposed Rulemaking (NPRM 03 322): Facilitating Opportunities for Flexible, Efficient and Reliable Spectrum agile Radio Technologies."
- [12] A. Mohammad. (2017). "Spectrum Access and Management for Cognitive Radio Networks". Springer
- [13] P. Thakur, G. Singh, and S. Satasia. (2016). "Spectrum sharing in cognitive radio communication system using power constraints: A technical review", *Perspectives in Science*. Volumen 8. pp. 651–653. <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2016.06.048>
- [14] R. Krishnan, R. Ganesh, S. Kaviya, N. Pragadeesh, C. Rahul, and S. Santhana. (2018). "Software defined radio (SDR) foundations, technology tradeoffs: A survey". *IEEE Xplore*. 10.1109/ICPCSI.2017.8392204
- [15] R. Patil, D. Kulat, and A. Gandhi. (2018). "SDR Based Energy Detection Spectrum Sensing in Cognitive Radio for Real Time Video Transmission". *Modelling and Simulation in Engineering*. <https://doi.org/10.1155/2018/2424305>
- [16] D. Tegui, M. Salah, and S. Sadoudi. (2020). "Analysis study and SDR implementation of GoF-based spectrum sensing for cognitive radio". *IET Digital Library*. vol. 14. pp. 857 – 864. 10.1049/iet-com.2019.0711
- [17] D. Cabric, S. Mishra, and R. Brodersen. (2004). "Implementation issues in spectrum sensing for cognitive radios," in Conference Record of the Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers. vol. 1, pp. 772–776.
- [18] D. Plata and A. Reátiga. (2012). "Evaluation of energy detection for spectrum sensing based on the dynamic selection of detection-threshold," *Procedia Eng.* vol. 35. pp. 135–143
- [19] Y. Liu, C. Zeng, H. Wang, and G. Wei. (2010). "Energy detection threshold optimization for cooperative spectrum sensing." 2nd International Conference on Advanced Computer Control. pp. 566–570.
- [20] V. Rodríguez., and J. Sánchez. (2014). "Empowering Software Radio: IT++ AS A GNU Radio Out-Of-Tree Implementation," *IEEE Lat. Am. Trans.* vol. 12, no. 2. pp. 269–276,
- [21] J. Jussif, A. Arnez, L. da Silva, C. Rodriguez, C. Medina, and P. Gonzalez. (2018). "Real Time SDR Cognitive Radio System for Cooperative Spectrum Sensing in the 700 MHz Brazilian Digital TV Band". IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC). IEEE Xplore. 10.1109/APWC.2018.8503674



## Aplicación de la Técnica de Diagnóstico por Imágenes en la Evaluación Funcional de Sistemas Electrónicos de Aceleración

### Application of the Diagnostic Imaging Technique in the Functional Evaluation of Electronic Acceleration Systems

**Cristian Lema Romero**

Instituto Superior Tecnológico

Luis Rogerio González

Azogues, Ecuador

fernando.lema@institutoscanar.ec

Orcid: 0000-0002-1618-3214

**Rómulo Astudillo Bravo**

Instituto Superior Tecnológico

Luis Rogerio González

Azogues, Ecuador

romulo.astudillo@institutoscanar.ec

Orcid: 0000-0001-9001-5270

**Mayra Asitimbay Regalado**

Instituto Superior Tecnológico

Luis Rogerio González

Azogues, Ecuador

mayra.asitimbay@institutoscanar.ec

**Resumen**— Con el desarrollo de la técnica de diagnóstico por imágenes aplicado en el campo automotriz se puede poner a prueba actuadores, sensores, y demás elementos electrónicos del vehículo. Esta técnica se basa en la aplicación de corriente alterna de baja intensidad en el elemento que se va a comprobar, donde la circulación de esta corriente referenciada a la masa del circuito permite graficar una imagen del comportamiento en el desfase de la tensión y corriente. La captura de la señal se puede realizar en cualquier parte del componente o circuito y también en los pines de entrada y salida en cualquier componente eléctrico o electrónico automotriz. Para aplicar la técnica se desarrolla un circuito electrónico que permite utilizar un osciloscopio con la función XY. El estudio se realiza en un sistema de aceleración electrónico compuesto por pedal y cuerpo de aceleración; éstos internamente cuentan con sensores de posición de tipo potenciómetro. El cuerpo de aceleración cuenta con un motor eléctrico que mueve un sistema de engranajes, donde para lograr mover la aleta de aceleración y probar el comportamiento lineal de los sensores se desarrolla un control PWM. Se realizan comprobaciones específicas con la técnica de diagnóstico por imágenes y se compara con la metodología tradicional de utilizar un multímetro y un osciloscopio.

**Palabras Clave:** Diagnóstico por imágenes, cuerpo de aceleración electrónico, control PWM.

**Abstract**— The actuators, sensors and other electronic elements of a vehicle can be tested with the development of the diagnostic imaging technique applied in the automotive field. This technique is based on the application of low intensity alternating current in the element to be tested, where the circulation of this current related to the circuit mass, allows to draw an image of the behavior in the phase shift of the voltage and the current. The signal capture can be done on any part of the component or circuit and on the input and output pins on any automotive electrical or electronic component. To apply the diagnostic imaging technique, an electronic circuit is developed, allowing the use of an oscilloscope with the XY function. This study is carried out on an electronic acceleration system composed of a pedal and an acceleration body; these internally have potentiometer-type position sensors. The acceleration body has an electric motor that moves a gear system, where to achieve the acceleration flap movement and to test the linear behavior of the sensors, a PWM control is developed. Specific tests are made with the diagnostic imaging technique and compared with the traditional methodology of using a multimeter and an oscilloscope.

**Keywords:** Imaging diagnosis, electronic throttle body, PWM control.

---

**Enviado:** 14/01/2020

**Aceptado:** 27/10/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Materiales y Métodos, III Resultados, IV Conclusiones.

**Como citar:** Lema, Cristian., Astudillo, Rómulo., & Asitimbay, Mayra. (2020). Aplicación de la Técnica de Diagnóstico por Imágenes en la Evaluación Funcional de Sistemas Electrónicos de Aceleración. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/704>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/704>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.704>

## I. INTRODUCCIÓN

La importancia de la técnica de diagnóstico por imágenes en la industria automotriz permite poner a prueba actuadores, sensores, y demás elementos electrónicos del vehículo. Se basa en la aplicación de corriente alterna de intensidad baja en el elemento que se va a comprobar; la circulación de esta corriente referenciada a la masa del circuito permite graficar una imagen del comportamiento en el desfase de la tensión y corriente según lo argumenta [1] [2] [3] [4].

Lo desarrollado en este trabajo permite utilizar la técnica de diagnóstico por imágenes mediante el desarrollo de un banco de comprobación para un cuerpo de aceleración electrónica y un pedal de acelerador de un vehículo Chevrolet Silverado. Se utiliza un osciloscopio automotriz de marca Hantek DSO1008A, se desarrolla un circuito que replica el trazador de imágenes propuesto por [2], una fuente de 12V y 5V, un módulo de encendido para el accionamiento del motor eléctrico del cuerpo de aceleración y una computadora de escritorio con todos sus componentes, entre otros elementos de conexión.

El análisis realizado permite determinar el estado funcional de los sensores integrados en el pedal y en el cuerpo de aceleración mediante la caracterización de imágenes con el afán de establecer unas gráficas de referencias que sirvan de comparativa para un diagnóstico futuro sobre estos sistemas.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se utiliza una metodología de tipo analítica experimental mediante el desarrollo de un banco de comprobación para sistemas de aceleración electrónicos utilizando la técnica de diagnóstico por imágenes de acuerdo con lo propuesto en [1] [2] [3] [4] [5].

Se realiza un análisis funcional del sistema de aceleración electrónica de un vehículo Chevrolet Silverado en cuanto al pedal y aleta de aceleración electrónica, mediante la caracterización del comportamiento de los sensores y motor eléctrico internos utilizando la técnica de diagnóstico por imágenes.

Este método consiste en introducir al componente o circuito a diagnosticar una corriente alterna de muy bajo valor según se argumenta en [1], donde la circulación de esta corriente, referenciada a la masa del circuito, traza una imagen del comportamiento de los componentes electrónicos en análisis y se identifica como patrón del comportamiento electrónico. [6]

La imagen generada, de acuerdo con [1], está vinculada al desfase entre la onda de tensión y la onda de corriente que circula en el componente. La captura de la señal se puede realizar en cualquier parte del componente o circuito y también en los pines de entrada y salida, ya sea en los sensores o el motor eléctrico que mueve la aleta de aceleración.

En el sistema de aceleración electrónico se realizaron mediciones de voltaje en las señales de los 2 sensores de posición denominados como Throttle Position Sensor (TPS1 y TPS2), esto cuando el ciclo de trabajo de una señal de ancho de pulso modulado (Pulse Width Modulation - PWM) se incrementa progresivamente, permitiendo la apertura de la aleta y la

consecuente variación en la señal de los sensores de posición de ésta. Para controlar el consumo de corriente del motor eléctrico y realizar un acoplamiento entre la señal del control PWM y el motor eléctrico, se utiliza un módulo de encendido denominado por [7] como módulo de ignición de alta energía – High Energy Ignition - (HEI). Estos módulos normalmente son utilizados en sistemas de encendido en la marca General Motors (GM) y su configuración es de 4 pines.

Se generan imágenes de estos componentes que se encuentran en estado funcional óptimo, ya que se realiza en un vehículo sin códigos de falla alguna en relación con este sistema, y se implementan estos elementos en un banco de comprobación. Se interpreta su estado funcional con base en la comparación de las señales de referencia tomadas.

En [1] se establece que la técnica permite tener una interpretación de los diferentes tipos de imágenes de tal forma que el técnico determina la falla interna del circuito a analizar. El sistema es aplicable al diagnóstico de módulos, componentes electrónicos del automóvil, redes, sensores, actuadores, etc.

Para este proceso hay que considerar que la generación de la imagen depende del tipo de circuito que esté bajo prueba [8]. Si el circuito es interrumpido o no existe circulación de corriente el resultado será una línea horizontal, o por lo contrario, si el componente bajo prueba presenta un cortocircuito la línea es vertical según lo que argumenta [3].

El circuito abierto se muestra en la Fig. 1, que tiene una resistencia infinita por lo tanto es una línea horizontal, puesto que la corriente es siempre cero independientemente del voltaje aplicado según lo explica [2]. Bajo estos criterios sería despreciable la escala de tensión y corriente que se muestra en la figura 1, siendo importante más bien el patrón generado en las pruebas que se realice.

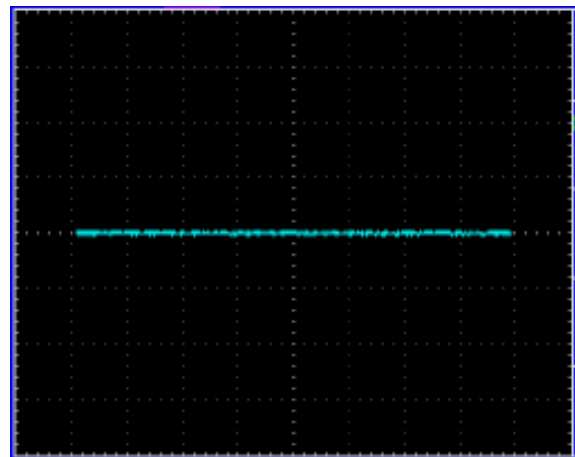


Fig. 1. Comportamiento del diagnóstico por imágenes para un circuito abierto

Un cortocircuito es una línea vertical, debido a que el flujo de corriente para cualquier tensión aplicada es infinito, se representa por una línea vertical sobre el eje de corriente debido ya que no existe voltaje en las puntas de prueba, esto se argumenta en [2]. Así mismo, la escala de tensión y corriente al igual que el criterio explicado en el

párrafo anterior es despreciable ya que orienta a un patrón específico de comportamiento, esto se muestra en la Fig. 2.

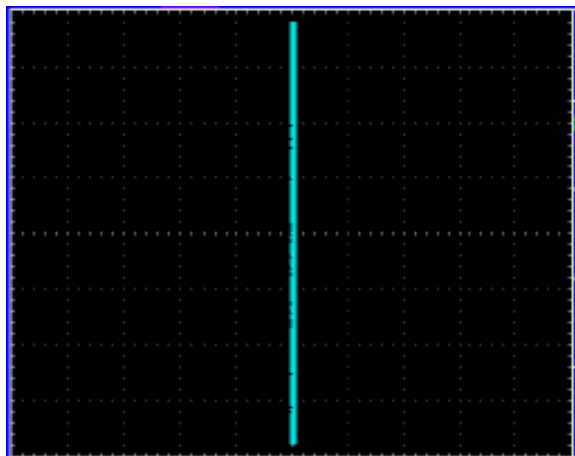


Fig. 2. Comportamiento del diagnóstico por imágenes para un corto circuito

El trazado de la curva para un elemento resistivo resulta una línea inclinada. Esta forma se produce debido a las ondas senoidales de intensidad y voltaje en la resistencia varían según el grado de circulación de corriente en dependencia del valor de la resistencia según explica [4]. Se entiende en dependencia de la resistencia que se tendrá una determinada inclinación, y si se analiza un patrón de cualquier componente no sería necesario considerar la escala de tensión y corriente, sino más bien el patrón de la figura que genera el componente bajo prueba ya que se puede comparar cuando este elemento tenga falla, determinando fácilmente su desplazamiento angular y por ende su evidente defecto. Esto se evidencia en la Fig. 3.

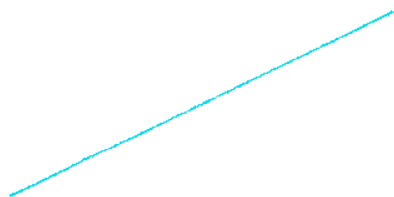


Fig. 3. Comportamiento del diagnóstico por imágenes para un elemento resistivo

El trazo de la curva para un elemento capacitivo indica una forma elíptica, esta forma se produce debido a un desfase que existe de 90 grados en la onda senoidal del voltaje con respecto a la onda senoidal de la intensidad; el ancho de la forma elíptica indicará el valor capacitivo de acuerdo con [4]. Se muestra en la Fig. 4.

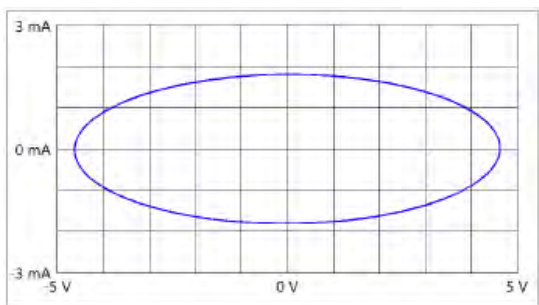


Fig. 4. Comportamiento del diagnóstico por imágenes para un elemento capacitivo. Fuente: [4]

El trazado de curva según lo explica [4] para un elemento semiconductor (diodo) indica una forma de L como se observa en la Fig. 5 en a) y para el caso de un diodo Zener se observa una forma de dos L invertidas en b). Se muestra en la figura 5

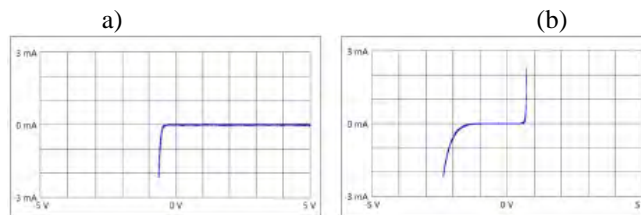


Fig. 5. Imágenes para elementos semiconductor. a) Diodo, b) Diodo Zener. Fuente: [4]

Dependiendo del fabricante, el pedal del acelerador cuenta con dos o tres sensores que miden la posición ya sea del pedal o del cuerpo de aceleración. Al presionar el pedal, se envía una señal analógica a la computadora de motor, la cual interpreta la solicitud del conductor y ordena al cuerpo de aceleración la apertura de la mariposa, en función del requerimiento y de las condiciones de desempeño del vehículo [9]. Fabricantes como General Motors (GM) y Ford utilizan hasta tres sensores para la verificación de la posición exacta del pedal. El pedal y cuerpo de aceleración en estudio consta de dos sensores de posición interna, a los cuales se les conoce con la nomenclatura Accelerator Pedal Position (APP1 y APP2); estos sensores sirven para el monitoreo de la posición exacta del pedal según [9] y (TPS1, TPS2) para los sensores de posición de aleta de aceleración.

### III. RESULTADOS

La construcción del circuito se realiza de acuerdo con lo que se establece en la metodología. El circuito que se sugiere en [2] y [10] es adaptado para el estudio y replica el proceso de diagnóstico por imágenes, con una adaptación que permite el uso de un osciloscopio normal de la marca Hantek 1008C según sugieren [11] [12]. Para la fuente de corriente alterna se utiliza un transformador de 120 Voltios de Corriente Alterna (VAC) a 12VAC, el cual se muestra en la Fig. 6.

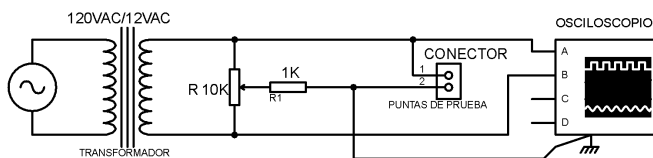


Fig. 6. Diagrama de trazador de imágenes Fuente: Adaptado de [2]

El procedimiento de construcción requiere la adquisición de los componentes y materiales para su fabricación, tales como estaño, cautín, pasta de soldar, placa perforada, conos banana, el transformador de corriente, resistencia de 1Kohm y potenciómetro de 10KOhm. Se ubican los componentes en una caja donde se podrá manipular y realizar las pruebas con la técnica desarrollada, lo cual se muestra en la Fig. 7.

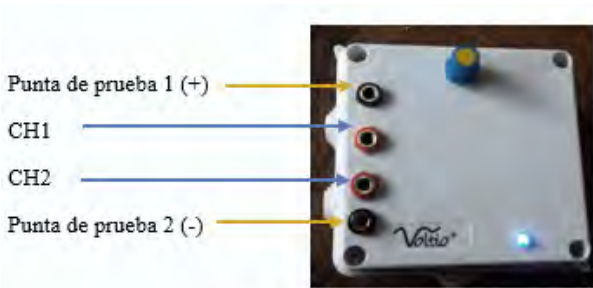


Fig. 7. Trazador de imágenes desarrollado

La configuración del pedal se muestra en la Fig. 8 en la forma de la disposición de sus pines. Estos pines de izquierda a derecha en vista frontal del conector llevan +5V de alimentación para los dos sensores de posición, una señal del primer sensor de posición de la aleta y a continuación una masa. El cuarto pin dispone una masa para el segundo sensor, y a continuación la señal del segundo sensor de posición de la aleta de aceleración. Finalmente, en el pin seis existe la alimentación de +5V para el segundo sensor de posición.

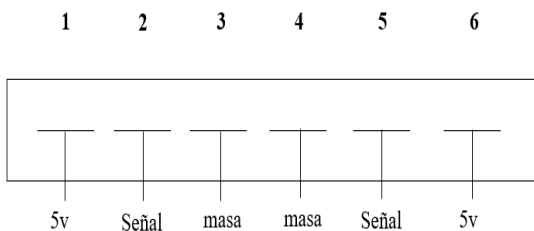


Fig. 8. Disposición de pines del pedal electrónico

La configuración del cuerpo de aceleración electrónico se muestra en la Fig. 9 en forma de la disposición de pines; éstos, de izquierda a derecha en vista frontal del conector llevan una alimentación de +5V del TPS2, una señal del primer sensor de posición de la aleta y a continuación otra señal del segundo sensor de posición; el cuarto pin corresponde a una masa del TPS1. En la fila inferior, en el primer pin, se identifica una masa del TPS2, y seguidamente el pin de control del motor eléctrico del cuerpo de aceleración, el pin de alimentación de +5V del TPS1 y el último nuevamente el pin de control del motor.

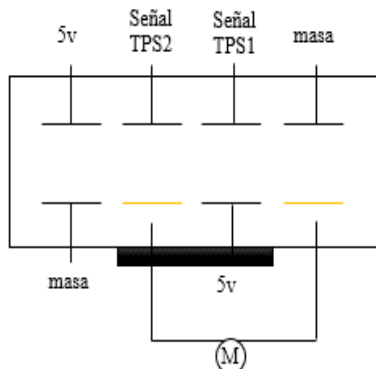


Fig. 9. Disposición de pines del cuerpo de aceleración

Se mide las señales de los sensores utilizando una técnica convencional de diagnóstico mediante el osciloscopio en las diferentes aperturas aproximadas al 25%, 50%, 75%, 100% de control PWM aplicado para las

señales de TPS y de movimiento del pedal para las señales APP. Se identifica la variación de voltaje en dicha señal. Como ejemplo se muestra la señal del pedal APP1 ascendente al 25% de apertura que inicia con un valor de 0,84 voltios, lo cual se muestra en la Fig. 10. La escala de la figura capturada por el osciloscopio muestra en el eje X el tiempo en una escala de 500ms por división y en el eje Y una escala de Tensión (V).

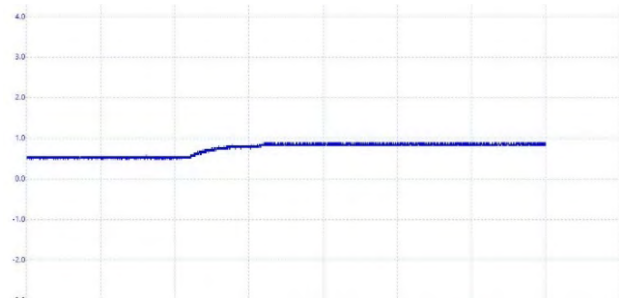


Fig. 10. Accionamiento del pedal al 25%

Se nota que el potenciómetro se encuentra completamente funcional debido a que no presenta ninguna deformación ni entrecorte a lo largo del desplazamiento del pedal, desde la posición de reposo hasta el desplazamiento total. Sucede lo mismo con las señales de los otros sensores de posición analizados tanto en el pedal como en el cuerpo de aceleración.

Los resultados, aplicando el método de diagnóstico por imágenes obtenidos al pedal de aceleración señal del APP1 entre los pines dos (señal) y tres (masa), se muestran en la Fig. 11. La pendiente de la recta que se obtiene dependerá directamente del valor de resistencia eléctrica del sensor, por lo que con la apertura del 25% aplicado se obtiene siempre este patrón de imagen, teniendo un valor específico para esta prueba. Siendo así, no es necesario tener la escala en los ejes XY sino más bien el patrón para que de esta forma, cuando se compare con otro componente de las mismas características, se pueda valorar el elemento solo con el patrón de la imagen obtenida más no con su comportamiento de tensión y corriente. De esta forma, la técnica de diagnóstico por imágenes permite tener una base de datos de múltiples componentes en condiciones de operación específicas para que se pueda comparar elementos con sospecha de fallo.

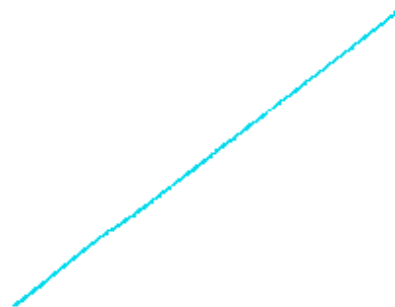


Fig. 11. Señal APP1 pines 2 y 3 utilizando la técnica de diagnóstico por imágenes

Los resultados aplicando la técnica de diagnóstico por imágenes al tomar las muestras en el sensor de posición

TPS1 con un 25% de PWM se identifican en la Fig. 12. La figura obtenida corresponde con una resistencia y ésta varía en función de la apertura de la aleta. Se obtiene el mismo comportamiento en ambos sensores.

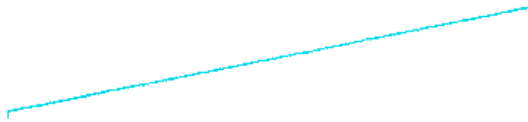


Fig. 12. Figura por medio de diagnóstico por imágenes en el sensor TPS 1

El proceso de diagnóstico por imagen empleando el trazador de curvas tiene limitaciones en la visualización de imágenes en circuitos donde la resistencia es muy baja o alta. Las pruebas efectuadas en el motor eléctrico del cuerpo de aceleración muestran un valor muy cercano a un cortocircuito, ya que su resistencia se encuentra en valores cercanos a 3ohmios. Se recomienda caracterizar su comportamiento con el ajuste que se puede realizar por medio del potenciómetro del trazador implementado. Éste permite un ajuste para una visualización más adecuada; sin embargo, se debe contrastar con métodos tradicionales de diagnóstico como un multímetro donde se puede determinar de forma exacta su resistencia o la medición de corriente del motor por medio de una pinza amperimétrica. En el cuerpo de aceleración en estudio se determina un valor de 3ohmios de resistencia eléctrica.

#### IV. CONCLUSIONES

El control PWM desarrollado se mantiene a una frecuencia fija de 1Khz y se varía el ancho de pulso para llegar a obtener el rango de apertura de la aleta. Se determina que se encuentra entre el 55% al 75% para una apertura total de aleta bajo estas condiciones de operación en las pruebas realizadas. Con esto, la aleta de aceleración electrónica puede ser operada para su total apertura permitiendo aplicar la técnica de diagnóstico por imágenes y caracterizando su comportamiento.

Se registra la figura típica de una resistencia eléctrica en los sensores TPS y APP utilizando la técnica de diagnóstico por imágenes; esto según lo descrito en la metodología donde la variación de dicha resistencia se encuentra en función de la posición de la aleta o pedal; sin embargo, es de notar que aplicando esta metodología no es necesario establecer los valores típicos punto a punto para determinar un cambio de señal, como se realiza con la técnica convencional mediante el osciloscopio; más bien, al variar la posición de cualquier sensor, éste simplemente registra un cambio en la pendiente de dicha gráfica y es más sencillo identificar si existe algún problema en la pista resistiva de los elementos en análisis, siendo subjetiva la escala de tensión – corriente de la técnica utilizada. Sumado a la ventaja de no necesitar alimentación para su comprobación y por consecuente no necesitar el vehículo para su respectivo análisis por técnicas convencionales de diagnosis, simplifica efectivamente el proceso para definir el recambio del componente con el uso de esta metodología, ya que se puede establecer un banco de patrones de distintos componentes.

#### RECONOCIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el Proyecto de Investigación denominado “Desarrollo de un laboratorio didáctico para la evaluación funcional de sistemas de aceleración electrónicos automotrices en el Instituto Superior Tecnológico Luis Rogerio González, utilizando la técnica de diagnóstico por imágenes”.

#### REFERENCIAS

- [1] F. Augeri, “Cise Electronic,” Feb. 08, 2015. [Online]. Available: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/757-diagn%C3%B3stico-por-im%C3%A1genes.html?tmpl=component&print=1>
- [2] G. Erazo, L. Murillo and E. Guangaje, “Diagnóstico por Imagen del Sistema de Control Electrónico de Inyección Diésel Riel Común CRDI,” Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2016.
- [3] J. P. Peñafiel, “Diseño de manual para diagnóstico por imágenes de circuitos electrónicos automotrices a través del software Fados,” Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, 2017.
- [4] E. cajas and A. Cevallos, “Diseño e implementación de un software para la detección de fallos en los sistemas electrónicos del vehículo, aplicando la técnica de diagnóstico por imagen.,” Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana., 2017.
- [5] R. Bosch, “Sistema EGAS,” Bosch, Jul. 17, 2018. [Online]. Available: [http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts\\_and\\_accessories\\_2/motor\\_and\\_sytems/benzin/more\\_sensors/sistema\\_egas\\_pedal\\_acelerador\\_eletronico/sistema\\_egas\\_pedal\\_acelerador\\_eletronico.html](http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/more_sensors/sistema_egas_pedal_acelerador_eletronico/sistema_egas_pedal_acelerador_eletronico.html)
- [6] J. L. Orozco, “Sistema de Encendido Electrónico,” México: *Electrónica y Servicio.*, 2014.
- [7] F. Figueroa, “Circuitos para armar,” Jul. 25, 2017. [Online]. Available: <https://sensoricx.com/circuitos-para-armar/reto-del-dia-construye-este-trazador-de-curvas/>
- [8] R. A. Arrieta, “Autosoporte,” Nov. 15, 2016. [Online]. Available: <https://www.autosoporte.com/index.php/blog-automotriz/item/471-conoce-el-sistema-de-aceleracion-electronico>
- [9] M. Laloa, “Implementación de un banco de pruebas para la unidad de control electrónico de vehículos con sistemas de inyección electrónica para la Escuela de Ingeniería Automotriz,” Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2012.
- [10] R. Núñez, “Diagnóstico Por Imágenes Del Sistema De Inyección Electrónico,” Guayaquil: Universidad Internacional Del Ecuador, 2018.





# **CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

---



## Análisis del Conocimiento del Contenido Pedagógico Tecnológico (TPCK) en Educación Superior

### Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) in Higher Education

**Rodrigo Tovar Viera**

Universidad Técnica de Cotopaxi  
Latacunga, Ecuador  
rodrigo.tovar@utc.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-5960-3020

**David Abrajan Arias**

Universidad Técnica de Cotopaxi  
Latacunga, Ecuador  
david.abrajan@utc.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-9595-678X

**Johana Muso Chango**

Universidad Técnica de Cotopaxi  
Latacunga, Ecuador  
johana.muso@utc.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-3997-784X

**Resumen**— Estudios sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación reflejan una amplia integración de las herramientas digitales en la enseñanza de idiomas. Uno de los aspectos clave de las tecnologías digitales es que tienen potencialidades y limitaciones a la hora de diseñar actividades de aprendizaje basadas en la tecnología, resultando en prácticas tecnológicas en el aula en la enseñanza de idiomas y originando una nueva área de investigación para profesionales e investigadores. Este estudio explora las competencias tecnológicas y las percepciones de los profesores de idiomas sobre el uso de la tecnología, pedagogía, y contenido en sus clases. Se aplicó una encuesta para recopilar información sobre el uso de herramientas tecnológicas, la integración de la tecnología, la pedagogía y los contenidos en la enseñanza del inglés, y el conocimiento sobre sus componentes. Los resultados informan que, aunque los docentes aplican tecnología en sus clases y poseen conocimientos de tecnología digital, a menudo omiten posibles actividades de aprendizaje. Es decir, los profesores muestran un bajo nivel en el dominio del conocimiento relacionado con la tecnología. Dado que los profesores de inglés informan que poseen dificultades al integrar el modelo de Contenido Pedagógico Tecnológico para planificar hábilmente instrucciones lingüísticas ricas en tecnología, los resultados de este estudio sugieren que este modelo es necesario en los programas de capacitación. Esto permite que los profesores encuentren oportunidades prácticas para la integración de la tecnología en sus prácticas docentes. Se espera que los resultados de este estudio originen implicaciones pedagógicas y aplicaciones para futuras investigaciones.

**Abstract**— Information Communication Technology research reflects the degree of integration of digital tools in language teaching. One of the key aspects to digital technologies is that certain technologies have affordances and constraints when designing technology-based learning activities, resulting in classroom technology practices in teaching languages creating a new research area for practitioners and researchers. The present study investigates English teachers' technological competences and perceptions of using technology, pedagogy, and content in their language classrooms. A survey was applied to gather information about the use of technological tools, the integration of technology, pedagogy, and content in teaching English as well as knowledge about their components. Results revealed that although teachers applied technology in lessons and had knowledge of digital technology, potential learning activities were often overlooked. Teachers were not sufficiently skilled in technology-related knowledge domain. Since English teachers reported difficulty integrating the Technological Pedagogical Content Knowledge framework to plan technology-rich language instructions skillfully, research outcomes suggest that such a framework is needed in training programs. This affords teachers practical opportunities integrate technology into their classroom teaching practices. Ideally, research findings will uncover pedagogical implications and applications for further research.

**Palabras Clave:** Contenido, enseñanza, idiomas, pedagogía, tecnología.

**Keywords:** Content, languages, pedagogy, technology, teaching.

**Enviado:** 02/10/2020

**Aceptado:** 30/11/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introduction, II Methodology, III Results and Discussion, IV Conclusions.

**Como citar:** Tovar, Rodrigo., Abrajan, David., Muso, Johana. (2020). Análisis del Conocimiento del Contenido Pedagógico Tecnológico (TPCK) en Educación Superior. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/776>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/776>  
<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.776>

## I. INTRODUCTION

Technology has improved the administration and organization of general education, particularly in language teaching and learning. With technological advancements teachers and language learners, particularly Ecuadorians, are experiencing new language teaching and learning scenarios. Ten to twenty years ago, technology did not influence language teaching and language learning as it does today. To get positive results and learners' enduring understanding, teachers and students must learn how to use technology productively. To an extent, language instructors require a certain level of technological knowledge to develop their professional development and learn new skills and knowledge [1].

Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPCK) [2] has been developed from the Knowledge of Pedagogical Content model [3], which states that the interconnection between Content Knowledge and Pedagogical Knowledge produces effective language teaching and learning. The TPCK framework has been designed to focus on teachers' use of technology with pedagogy and content to effectively develop language teaching strategies. This framework has generated changes in society and allows teachers and school administrators to propose new teaching methods by incorporating contemporary methodologies and diminishing traditional ones.

As teaching and learning evolve, English teachers must use new methods and technological tools for enhanced language teaching in the digital era. The use of technology is essential in learning a foreign language [4] and [5] although the technology is already in student pockets, mounted on walls, and in nearly all electronic device in the back of classrooms [6], many teachers often overlook how to leverage and integrate it as a didactic resource for their language teaching and language instructions. Often English teachers are challenged in developing technological competencies when using or teaching with technology [7]. One reason may be that teachers have not become digitally competent and hesitate using new technological resources. Another reason may be that teachers do not know how to access suitable methodologies to incorporate technology in the classroom [8]. English teachers cannot stay indifferent to the changes that happen in the educational panorama [9].

When examining teacher development in related knowledge domains of TPCK framework, it was observed in [10] that though teachers applied technology in their lessons, they did not develop potential activities for learning as they were not proficient in the technology-related knowledge domain. In [2], following the notions of [3] and the central idea of blending content and pedagogy to increase the understanding of how particular topics or problems are arranged and adapted to the diverse interests and various levels of learners' abilities, it is stated that "thoughtful pedagogical uses of technology require the development of a complex, situated form of knowledge called Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)" (p.1017). According to [2], this model allows the incorporation of technological resources in the function of the different types of knowledge that intervene in the

design of digital educational resources: content, pedagogy, and technology. It also addressed how the dynamic integration among content, pedagogy, and the incoming technology generates the seven domains of the framework, namely Content Knowledge (CK), Pedagogical Knowledge (PK), Technological Knowledge (TK), Pedagogical content knowledge (PK), Technological Content Knowledge (TCK), Pedagogical Technological Knowledge (TPK), Technology, pedagogy, and content knowledge (TPCK). Such a meaningful and efficient way of teaching content with technology goes beyond the isolated knowledge of the TPCK's three key domains. It addresses the way the interconnection of these domains and different contextual communicative situations, construct effective language scenarios for successful knowledge transmission.

Despite the broad potential of Information and Communication Technology (ICT), the TPCK framework has not been extensively applied in teaching languages, particularly in Ecuador, except with selective works [11]-[16] reported in the last five years. The effective use of ICTs to promote social inclusion and development in education and language teaching is one of the key challenges today. Consequently, it is not surprising that when someone talks about the use of technology in the language classroom, the first word that comes to mind is computer technology [17]. It is essential to understand how computers help develop target languages and that computers alone cannot develop language learners' skills. Language instructors must integrate proper methodologies to reinforce learners' linguistic competences [18] and encourage them to find appropriate computer technology activities [19]. Then, [20] regarding the ICTs' usage, highlights that we need technology in every classroom and in the hand of every student and teacher, because it is the pen-and-paper today's digital era, and the lens through which we experience much of our world. However, the challenge is how to optimize and use it effectively in the classroom.

Nonetheless, the present research investigates EFL language teachers' technological competences and perceptions of using the technology, pedagogy, and content in their language classroom. The research questions that lead this study are: What technological tools are used for academic purposes? What are the teachers' perceptions of integrating technology, pedagogy and content in language teaching? What do teachers know about the TPCK components?

## II. METHODOLOGY

The research study is descriptive in design with a quantitative, result-oriented approach. It adopts the assessment instrument from [21] to collect information about a) the use of technological tools to communicate with students, b) knowledge of integrating technology, pedagogy, and content in their teaching practices, and c) knowledge about TPCK components.

### A. Participants

Participants in this research study included sixteen in-service English language instructors from the Teaching

Staff of the Language Center at the Technical University of Cotopaxi. The participants were 56.3% female and 43.7% male. The majority (53%) ranged a teaching experience from 6 to 10 years, and the total number of participants has a master's degree. Thus, 19% of participants has a MA in teaching English, 75% in Education, and 6% in technology for teaching and management. Additionally, 69% possess a Higher Diploma in English as a Second/Foreign Language.

### B. Data collection Procedure

For the nature of the population, the study is exploratory, diagnostic, and descriptive. The data was collected in the period of March-August 2019 through the adapted TPCK questionnaire [21]. The questionnaire was applied to 16 in-service English teachers, and it was submitted to their e-mail addresses and via WhatsApp to gather in-service teachers' TPCK perceptions and their technological competences. Excel Analysis ToolPack was employed for quantitative data processing analyses. Under a descriptive scope, the study seeks to measure information collected by running a commentary analysis on the phenomenon under study [22].

### C. Survey design

The survey design involved reviewing relevant literature on numerous instruments already being used for assessing technology use in educational settings. Most of these instruments focused on technological resources, technology skills, advantages and disadvantages of technology, teacher attitudes and technology support. The instrument was developed according to the conceptualizations about pedagogy and content knowledge and how technology is increasingly related to language teaching and learning.

### D. Validity of the Instrument

Five MA English teachers gauged the validity and reliability of the questionnaire. The pilot study results suggest modifying four items of the questionnaire, as these were not accurate and not connected with the objective and research questions. Later, the questionnaire with some amendments were submitted for final evaluation so that it was seen as a reliable and valid instrument —with Cronbach's Alpha internal consistency of 0.982 that allowed researchers to diagnose and describe EFL teachers' technological, pedagogical, content knowledge. The survey consisted of two sections. The first part inquired information about the use of technological tools to communicate with students for academic purpose. The second part contained 35 items for measuring TPCK components (5 TK items, 5 CK items, 5 PK items, 5 PCK items, 5 TCK items, 5 TPK items, and 5 TPACK items) in EFL teachers. The 35 questions are based on a Likert scale level: (1=strongly disagree; 2 =disagree; 3=neutral=4; agree=5; strongly agree =6).

## III. RESULTS AND DISCUSSION

Examining technological tools teachers used to communicate for academic purposes is a must. As shown in Fig. 1, participants reported that the average frequency

of using WhatsApp (as text messages and video calls) was 100% applied throughout their teaching practices. That is, they used WhatsApp (M=10) more often to communicate with their students, followed by educational platforms and e-mail addresses (M=6.3), respectively. Concerning real-time communication between several users whose computers are connected to a network or so-called Chats (M=5.0), were the third technological tool used to keep contact between teachers and students. In contrast, Blogs (M=1.3) were considered the least used for academic purposes among EFL teachers.

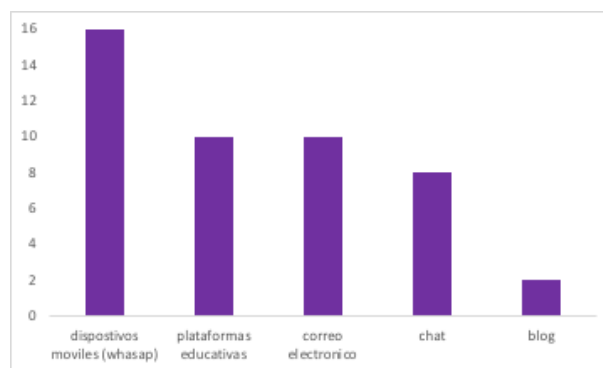


Fig. 1 Use of technological tools

Data on Fig. 2 illustrates teachers' knowledge of integrating technology, pedagogy, and content in their teaching practices. Data could be quite revealing in several ways. First, over half of those surveyed, 56.25%, can integrate appropriate methods and technologies and use strategies to effectively teach English. A minority of participants (12.5%) indicated that they have difficulty selecting strategies and technologies. While 62.5% of those interviewed indicated that they could teach combining the content, pedagogical and technological knowledge and applying strategies and computer applications; a minority of participants (12.5%) indicated that they successfully combined the TPCK model. While 56.25% of those interviewed indicated that they could take a leadership role among their colleagues in integrating technological, pedagogical, and content knowledge while two English teachers have difficulty integrating TPC knowledge [23]. See TABLE I

TABLE I  
NEGATIVE CORRELATION BETWEEN VARIABLES

|            | Technology | Pedagogy   | Content |
|------------|------------|------------|---------|
| Technology | 1          |            |         |
| Pedagogy   | -0.3113514 | 1          |         |
| Content    | 0.11994605 | -0.2353528 | 1       |

When analyzing the isolated question about the integration of technology, pedagogy, and content knowledge into their lesson plans, the total number of respondents (100%) indicated they could integrate the framework within their teaching practices. Nonetheless, the items related to the effective integration of technologies and the relationships of technological, pedagogical, and content knowledge in Fig. 2, reveals a negative correlation between the variables (see TABLE I). The possible reason

could be that their pedagogical knowledge is not according to their technological and content knowledge (see Fig. 5). Accordingly, Koehler *et al.* highlight that both the mastery of content to be taught and how such content is practically connected with technology, by integrating cognitive and theories of language learning are crucial to generate enduring understanding.

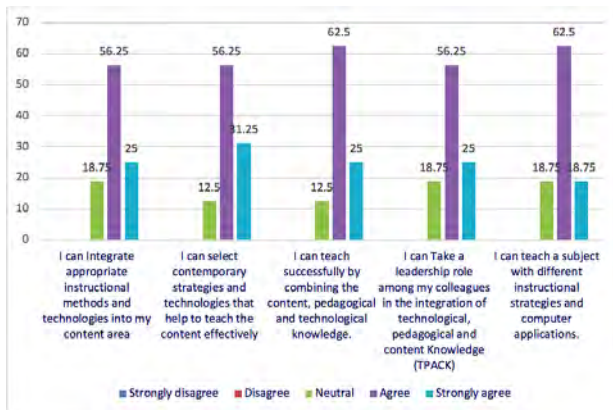


Fig. 2 Technological, pedagogical, and content knowledge

Concerning knowledge about the TPACK components, 100% of participants expressed that they knowledgeable about technological component. As can be seen from the Fig. 3 (below), over half of those surveyed (56.25%) reported frequently using technology such as websites, blogs, and wikis. A minority of 18.75% of participants indicated that they could learn technology quickly, and only 12.5% mentioned that keep up with important technologies. Whereas, 18.75% of those interviewed indicated using technologies to teach English and know several new technology websites, for instance, web 2.0, blogs, and wikis. There is evidence that the majority of the English teachers know about technology. However, 25% of the English instructors reported limitations to solving digital and technical problems and unaware of several websites, blogs, wikis, etc. Additionally, 6.25% of the respondents indicated they cannot solve digital and technical issues in the use computer – mediated as a source for learning. In general, data showed that teachers struggled with integrating technology into their language teaching practices. These results are in line with [24] and [25], who pointed out lower technological competence levels in language instructors.

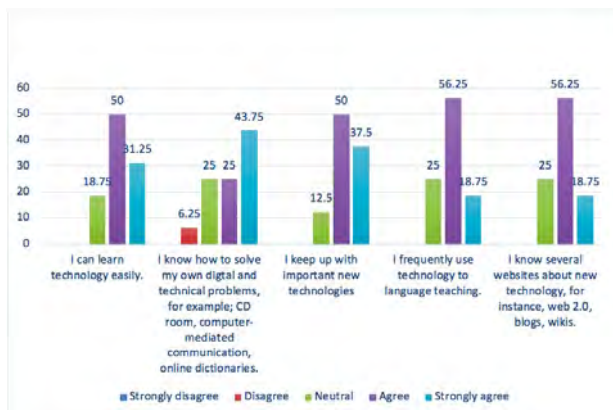


Fig. 3 Technological knowledge

The results regarding content knowledge reflect that 62.5% English teachers are familiar with the linguistic and cultural background of the English language community, and recent research in the English language. Thus, 56.25% of the surveyed informed having various ways and strategies to teach English and to lead with student's queries and difficulties shown into the teaching-learning process. It is observed that most English teachers are familiar with content knowledge and can solve students' questions, nevertheless, only 6.25% of them know how to apply English content-related domains in the real-life learning situations. Even though teachers acknowledge mastering the content of the English language, there are still limitations to know how such a content in English can be applied in enduring and meaningful learning activities via the use of technology and the implementation of useful language learning activities to improve learners' linguistic and communicative competences.

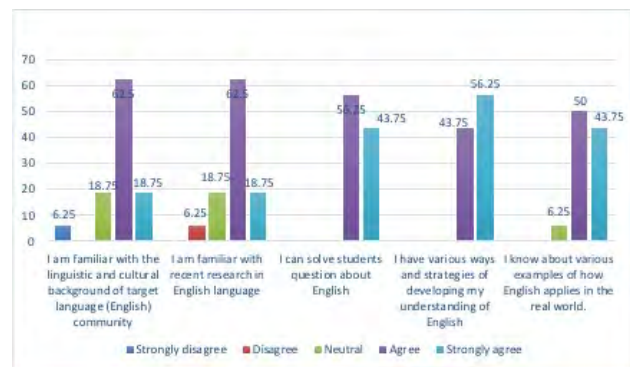


Fig. 4 Content knowledge

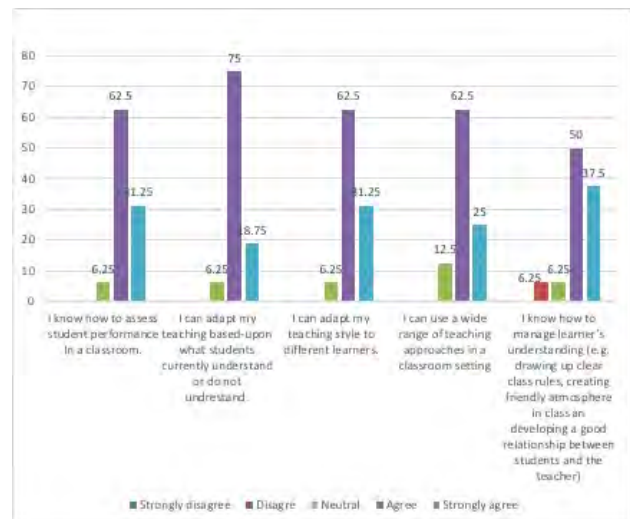


Fig. 5 Pedagogical knowledge

Regarding pedagogical knowledge, 62.5% of language instructors know how to assess student performance, adapt their teaching style, and employ a wide range of teaching approaches in a classroom setting; 18.75% have difficulties adapting their teaching style and the curriculum in students' performance within the learning stages. Over half surveyed know how to manage learners' understanding, creating a friendly atmosphere in class, and developing a good relationship between students and the teacher. In contrast, 18.75% have difficulty managing learners' understanding and cannot use a wide range of teaching

approaches in a classroom environment. It evident that English teachers have enough knowledge regarding practical pedagogical knowledge while a minority of participants (6.25%) bore limitations handling students' comprehension due to their inability to adjust their teaching style to learners' individual differences. This is in connection with the research outcomes highlighted in [23].

In Fig. 6, the summary statistics for teachers' pedagogical content knowledge shows that the majority of respondents felt that they guide students' critical thinking properly. Thus, 81.25% can select practical teaching approaches to monitor student thinking and learning in English, and 68.75% familiar with technology and can use it to teach English, but 18.75% show limited knowledge about digital technology and how to use it in their classrooms. From these results, we can infer that most English teachers have a solid knowledge of pedagogy and content and seem capable to select appropriate and effective teaching strategies for the content area. However, difficulties exist in applying varying teaching approaches either in their lesson plans or their practices. It can thus be suggested that pedagogical uses require the development of a complex and situated form of knowledge when integrating teaching with technology [3].

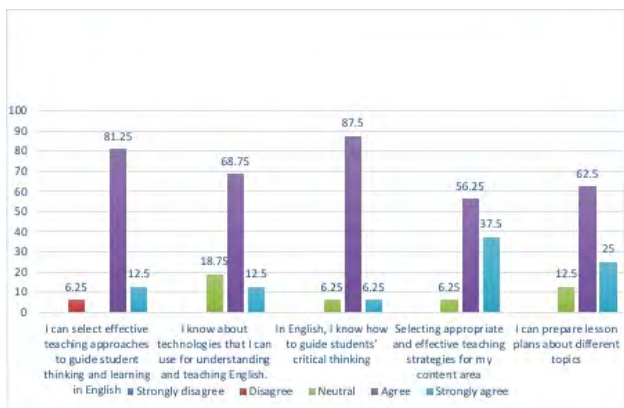


Fig. 6 Pedagogical content knowledge

Regarding technological pedagogical knowledge (see Fig. 7), over half of the participants (62.5%) can choose technologies to enhance their teaching approach and think critically when using and applying technology in their classroom. Nonetheless, 6.25% of them indicated an average understanding of how to adopt technology in their teaching activities. These results are in line with those of [25] who reported difficulties in using technology in language classrooms. While 43.75% of English teachers state they know how to use technology as a teaching tool for students problem-solving, 25% know how to use computer applications to support student learning. A further analysis between items in Fig. 2 and Fig. 3 revealed that although teachers showed positive occurrences of using technology and pedagogy in their classes, they had limited confidence to technology integration, that is, there was no significant difference at the  $p=0.05$  level, among items. This parallel analysis is in line with those who discovered less self-confidence in English teachers at using technology for academic purposes in their classroom [20].

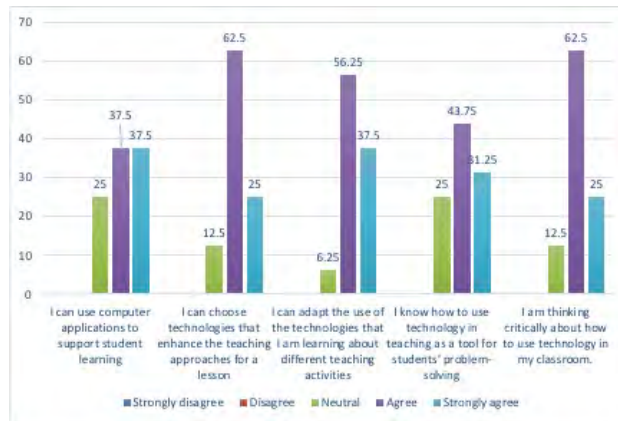


Fig. 7 Technological pedagogical knowledge

The results regarding technological content knowledge in Fig. 8 (below) set out that 50% of the language instructors understand about websites and can prepare lesson plans using online materials. Meanwhile, 56.25% know technology applications and apply them to illustrate difficult contents in English. Although English teachers recognize their technological and content knowledge, they struggled difficulties when selecting effective teaching approaches to guide students' critical thinking and learning in English lessons. A minority of participants reported having advanced knowledge in the use of digital tools to language teaching but had limitations in understanding how to use technology in academic setting. On the other hand, while 56.25% of them can select appropriate and effective teaching strategies for their disciplinary area, 62.5% can prepare lesson plans about different topics. The results can determine that English teachers have enough knowledge regarding practical teaching approaches to guide students' critical thinking and learning. Nevertheless, a minimum percentage (6.25%) cannot select and apply effective teaching strategies for developing the English language. These results corroborate the findings of a much of the previous work in [11],[12]and [13] that found lack of digital competence and limitations with integrating technological tools in language teaching.

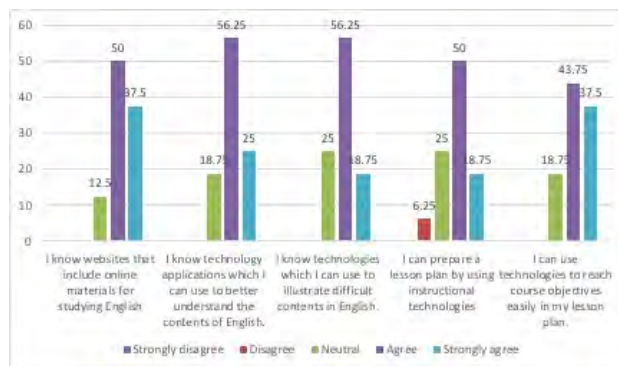


Fig. 8 Technological content knowledge

Although most revealed positive beliefs to the TPCK framework, it does not mean that all teachers had the proper knowledge and competence in the related domains. Accordingly, [23] suggests using the TPCK framework prior to gaining knowledge of what makes concepts difficult or easy to learn and how technology can positively

guide building on existing knowledge and teaching materials.

#### IV. CONCLUSIONS

Research on educational practices reflects the extensive integration of digital tools in language teaching [26]-[30]. Overall, the study provides a description of English teachers' knowledge about classroom technology practices, including pedagogy and content integration with technology in language teaching. Regarding the effectiveness of using technology in the classroom, results suggested that there are still limitations in understanding how digital technology could be integrated; that is, participants are still far behind the effective integration of technology-based environments in language teaching. In general terms, teachers perceived high valuations on their technological knowledge, although they claim skills difficulty in integrating tech-tools and digital applications in the PCK components. A possible explanation for these results may be the lack of familiarity with the technological sub-components of the TPCK framework since they see technology, pedagogy, and content as independent components of each other rather than collaborative components. This could pose unnecessary challenges to teaching practices, in the sense that TK itself cannot determine the quality of knowledge transmission.

Concerning technological skill competencies, teachers showed little confidence in technology integration under the CK to be taught and the PK to be used as well as an inadequate understanding of the TK, TCK, TPK. The self-reported-based questionnaire illustrated the necessity to create opportunities to reinforce and update teachers' technological knowledge to strengthen their digital competencies and to make teaching with technology more efficient and practical. In the present digital era, improving TPCK framework among teaching staff first and then practically is paramount. In other words, they need to first know how to use the domain-specific knowledge in classroom technological practices.

In general, results recommend comprehensive teacher training programs where teachers get feedback on the advantages of technology and what computer programs and applications are suitable for fruitful implementations in language environments and how such tech-tools can provide learners with meaningful and enduring understanding. It can then be concluded that technology should not be used in isolation since acceptable teaching practices depend on teachers' ability to integrate their technological knowledge with pedagogy and content.

Although the current research study is limited by the population being studied and the small scope of data being collected, it provides a useful starting point for understanding participants' beliefs and challenges about their technological competence. Since English teachers reported having difficulty integrating the TPCK framework to plan technology-rich language instructions skillfully, research suggests that such a framework is needed in training programs. Hence, teachers find practical opportunities for technology integration into their classroom teaching practices.

The study is a follow up of previous research from [12] and [13].

#### ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank the teaching staff of the language center from Universidad Técnica de Cotopaxi for open the doors in carrying forward this research study that is part of the thesis dissertation entitled 'Technological pedagogical and content knowledge (TPCK) framework in English language teaching'.

#### REFERENCES

- [1] M. J. Koehler, and P. Mishra, TPCK (technological pedagogical content knowledge). In J. Spector (Ed.), *The SAGE encyclopedia of educational technology*, pp. 783-786. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc, 2015.
- [2] P. Mishra, and M. J. Koehler Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054, 2006.
- [3] L. Shulman, Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14, 1986.
- [4] K. Luu and J. G. Freeman, An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. *Computers and Education*, 56(4), 1072-1082, 2011, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2010.11.008>
- [5] M. Windschitl, Cultivating 21st century skills in science learners: How systems of teacher preparation and professional development will have to evolve. *National Academies of Science Workshop on 21st Century Skills*, pp.1-23. Washington: Mark Windschitl, University of Washington, 2009.
- [6] J. T. Hilton, A case study of the application of SAMR and TPCK for reflection on technology integration into two social studies classrooms. *The Social Studies*, 107(2), 68-73, 2016, <https://doi.org/10.1080/00377996.2015.1124376>
- [7] R. P. Hechter, and L. A. Vermette, Technology integration in K-12 science classrooms: An analysis of barriers and implications. *Themes in Science and Technology Education*, 6(2), 73-90, 2013.
- [8] M. L. Niess, Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technological pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 25(5), 509-523, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- [9] S. M. Miller, Teacher learning for new times: Repurposing new multimodal literacies and digital video composing for schools. In J. Flood, S.B. Heath, & D. Lapp (Eds.) *Handbook of research on teaching literacy through the communicative and visual arts*, pp.441-460. New York: International Reading Association/Simon & Schuster Macmillan, 2008.
- [10] D. A. Schmidt, E. Baran, A. D. Thompson, P. Mishra, M. J. Koehler, and T. S. Shin, Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149, 2009, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ868626.pdf>
- [11] F. Cando, I. Tituaña, B. Bernardo Cando, and Y. Lema, Pedagogical technological competence of content in the areas of language and literature. *Congress of science and technology*, 13(1), 178- 181, (2018), ESPE, Ecuador.
- [12] R. Tovar, M. Chacon, C. Cisneros, and M. Noroña, The TPCK Framework for Technology Integration in Language Teaching. In R. V. M. (CEO) (Ed.), *First International Congress of Teacher Education Development-CIDU*. Quevedo, Ecuador: Quevedo State Technical University, 2019.
- [13] R. Tovar-Viera, Examining Technological Pedagogical Content Knowledge Competencies in In-Service Teachers. *Veritas & Research*, 1(2), 115-125, 2020, [online] <http://revistas.pucesa.edu.ec/ojs/index.php/VR/article/view/13>
- [14] P. Guerra, El uso de entornos virtuales en el proceso enseñanza aprendizaje de una segunda lengua estudio de caso. Thesis de Maestría en Innovación en Educación. Universidad Andina Simon Bolívar. Quito, Ecuador, 2020.



- [15] F. L. Morán, F. E. Morán, and J. Albán, Teacher training and tpack model adaptation. *Revista de Ciencias Pedagógicas e innovación: UPSE*, 5 (1), 51-60, 2017, <https://bit.ly/36EHMxI>
- [16] W. Encalada, and J. Sequera, Social Cloud for Information Technology Skills: An Experience with Universities in Ecuador. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12 (2), 76-85, 2017, doi: 10.1109/RITA.2017.2697740
- [17] D. H. Brown, *Teaching by Principles: An Interactive Approach to Language Pedagogy*. New York: Pearson Education, 2001.
- [18] M. R. Ahmadi, The impact of motivation on reading comprehension. *International Journal of Research in English Education*, 2 (1): 1-7, 2017, <https://doi.org/10.18869/acadpub.ijree.2.1.1> [Available in] [http://ijreeonline.com/browse.php?a\\_id=35&sid=1&slc\\_lang=en&ftxt=0](http://ijreeonline.com/browse.php?a_id=35&sid=1&slc_lang=en&ftxt=0)
- [19] B. Genç İltter, How does technology affect language learning process at an early age? *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 199, 311–316, 2015, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.552>
- [20] D. Warlick, Curriculum is dead. 2 cents worth, May 22-2006, [online] <http://davidwarlick.com/2cents/2006/5/22/curric>
- [21] D.A. Schmidt, E. Baran, A.D. Thompson, P. Mishra, M.J. Koehler, T.S. Shin, Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for pre-service teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149, 2009, <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- [22] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación (Quinta)*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2010.
- [23] M. J. Koehler, P. Mishra, and K. Yahya, Tracing the development of teacher knowledge in a design seminar: Integrating content, pedagogy and technology. *Computers and Education*, 49(3), 740-762, 2007, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.012>
- [24] A. Tanak, Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Science*, 1-7, 2018, <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.012>
- [25] M. H. Lee, and C. C. Tsai, Exploring teachers' perceived self-efficacy and technological pedagogical content knowledge with respect to educational use of the World Wide Web. *Instructional Science*, 38, 1-21, 2010.
- [26] L. L. Taopan, and N. A. Drajiati, TPACK Framework: Challenges and Opportunities in EFL Classrooms. *Research and Innovation in Language Learning*, 3(1), 1-22, 2020.
- [27] K. Papin, La contribution des tâches de réalité virtuelle au désir de communiquer en français langue seconde à l'extérieur de la salle de classe à Montréal. Thèse soutenue à l'Université de Montréal, Canada, 2020.
- [28] W. Wargadinata, I. Maimunah, S. Ramadhanti, and L. Humaira, Mediated Arabic Language Learning for Arabic Students of Higher Education in COVID-19 Situation. *Izdihar Journal of Arabic Language Teaching Linguistics and Literature* 3(1), 2020.
- [29] T. Miller, K. MacLaren, and H. Xu, Online learning: Practices, perceptions, and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, 46(1), 2020.
- [30] S. Khatoony, and M. Nezhadmehr, EFL teachers' challenges in integration of technology for online classrooms during Coronavirus (COVID-19) pandemic in Iran. *AJELP: Asian Journal of English Language and Pedagogy*, 8, 1-16, 2020.





# Adecuación Curricular para Incremento del Vocabulario del Idioma Inglés en los Estudiantes de Octavo Año de Guayaquil

## Curricular Adaptation to Increase the Vocabulary in English for Eighth-grade Students from Guayaquil

**Israel Bravo Bravo**  
Universidad de Guayaquil  
Guayaquil, Ecuador  
israel.bravob@ug.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0648-4061

**Maria Palmira Alves**  
Universidad de Minho  
Braga, Portugal  
palves@ie.uminho.pt  
Orcid: 0000-0002-3108-744X

**Resumen**— Esta investigación tiene como propósito principal analizar la incidencia de la adecuación curricular en el incremento del vocabulario del idioma inglés en estudiantes de octavo año Educación General Básica (EGB) de las instituciones educativas fiscales de Guayaquil. Para ello, es necesario describir varios factores tales como la falta de un currículo del Inglés en la primaria que facilite una base sólida de conocimientos de este idioma, el contenido académico muy superior en comparación a los años de primaria. Se enfoca, principalmente, en el diseño curricular que rige en la actualidad para estudiar cómo su aplicación determina el rendimiento académico en cuanto a la adquisición de vocabulario y, con ello, el aprendizaje y dominio del idioma por parte de los estudiantes. El estudio se desarrolla bajo una metodología investigativa de campo, transversal, no experimental y descriptiva, con un enfoque cuantitativo, y con un diseño tipo encuesta, para evaluar la información obtenida a través de un cuestionario de 24 preguntas aplicado a 469 profesores del área de inglés del octavo año pertenecientes a las instituciones educativas fiscales de Guayaquil. Los resultados muestran una baja eficiencia en la adquisición de vocabulario por parte de los estudiantes debido a la falta de adecuación curricular. Se concluye que para mejorar el aprendizaje del inglés es necesario adaptar el currículo a las necesidades individuales, recomendándose la aplicación de un diagnóstico previo del campo lexical en los estudiantes.

**Abstract**— The main purpose of this research is to analyze the incidence of curricular adaptation towards the increase of the English language vocabulary in eighth grade BGE students of public education in Guayaquil city. It was necessary to describe some factors such as the lack of an English curriculum in primary school to provide a solid base of knowledge of that language, the higher academic content compared to the primary school years. The focus was mainly on the curricular design currently applied to study how its application determines the academic performance in terms of vocabulary acquisition and the students' language learning and mastery. The study was developed under a cross-sectional, non-experimental, and descriptive field research methodology, with a quantitative approach. A survey-type tool was designed to evaluate the information, and the 24-question questionnaire was applied to 469 eighth-grade English teachers from public education in Guayaquil city. The findings showed low efficiency in vocabulary acquisition in those students due to the lack of a curricular adaptation. This research concludes that English learning improvement in Guayaquil city should be based on a curriculum adaptation. The application of a previous diagnosis of the Lexi level is our recommendation.

**Palabras Clave:** Currículo, Vocabulario, Aprendizaje Inglés.

**Keywords:** Curriculum, Vocabulary, English Learning

---

**Enviado:** 01/11/2020

**Aceptado:** 30/11/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Desarrollo, III Metodología, IV Resultados, V Discusión, VI Conclusiones.

**Como citar:** Bravo, Israel., Alves, Maria. (2020). Adecuación Curricular para Incremento del Vocabulario del Idioma Inglés en los Estudiantes de Octavo Año de Guayaquil. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/781>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/781>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.781>

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con [1] el idioma inglés es considerado como la lengua más hablada en el mundo, esto ha ocasionado que las instituciones educativas del país lo integren en el currículum educativo. Al referirse al inglés como un idioma extranjero diferente al nativo es necesario considerar el proceso de aprendizaje que esta lengua requiere y que normalmente el estudiante no aplica en su vida diaria. Motivo por el cual, el proceso de aprendizaje del inglés se realiza dentro de las aulas de clase, donde se utilizan diversas actividades y ejercicios para monitorear el desempeño del estudiante en este idioma.

Tal como lo menciona [2], con la actual globalización el idioma inglés se ha convertido en un factor muy importante para el desarrollo de los países, dando lugar a que se ponga énfasis en un diseño curricular que potencie el aprendizaje en la masa estudiantil.

Sin embargo, según [3], existe la tendencia a incorporar en el currículo más elementos vinculados a la gramática que aquellos orientados a la ampliación del vocabulario, obviando el hecho de que este es fundamental para la adquisición, comprensión y producción del idioma. Tal tendencia ha conllevado a que en la planificación curricular en el aula generalmente prevalezca una metodología de enseñanza teórica por encima de la práctica.

Como resultado de lo anterior en las instituciones educativas del país la enseñanza del idioma inglés estaría mucho más enfocada en estructuras gramaticales; lo que estaría derivando hacia deficiencias en el aprendizaje del inglés.

Al respecto, [4] expresa que para aprender un idioma diferente al nativo se requiere perseverancia, atención, compromiso y mucho tiempo e interés, y que para diseñar un currículo educativo para un idioma extranjero, el docente se encuentra con grandes desafíos como la elección de una metodología y secuencia de enseñanza equitativa entre el vocabulario y estructuras gramaticales, donde existen varias recomendaciones, para lo que se debe analizar detenidamente los conocimientos previos de la audiencia.

En el caso del vocabulario, [4] menciona que es necesario investigar la frecuencia de las palabras en el habla, aunque también se debe de considerar lo preciso de un vocablo y la semejanza con otros, por lo cual es esencial incluir palabras que permitan definirlos.

En consecuencia, se deben definir y precisar los contenidos a impartir a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés, tanto en vocabulario como en gramática, de acuerdo a su entorno y las necesidades que el mismo le exige, es decir en su uso práctico. Por ello, se debe adecuar el currículo a tal fin que se aproxime a la realidad del estudiante.

Por todos estos motivos, se aborda este estudio investigativo con el propósito de determinar la relación entre el nivel de inclusión en el diseño curricular de contenidos, estrategias y actividades dirigidas a la ampliación del vocabulario y el aprendizaje del idioma inglés de los estudiantes de octavo año Educación General Básica (EGB) de colegios fiscales.

### A. Planteamiento del tema

El dominio de la lengua inglesa para [5] cada día es más solicitado en los negocios y las relaciones internacionales;

bajo esta línea, se relaciona con factores de progreso y crecimiento económico en escala global. El interés por adquirir la habilidad de hablar el idioma inglés se extiende por toda Latinoamérica. Esta región ha realizado enormes esfuerzos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta lengua a través de políticas y programas, lo que ha generado que cada vez más personas en la región puedan acceder al aprendizaje del inglés.

De acuerdo con [4] en Ecuador, el “Ministerio de Educación” a través de la “Dirección Nacional de Currículo y la División Nacional de Idiomas Extranjeros”, ha definido nuevos lineamientos y ajustes en los currículos de inglés para el octavo, noveno y décimo año de Educación General Básica, de igual manera lo hizo con el primero, segundo y tercero de bachillerato, convencido de la necesidad de mejorar la enseñanza del inglés.

En esencia, se considera a este idioma como una herramienta indispensable para crear profesionales más competentes en el futuro por lo que, hoy en día, se deben preparar contenidos de calidad para enseñar inglés en las aulas a los estudiantes y, por tal motivo, se le debe incluir en el currículo y dar la debida importancia como parte de una educación integral.

En la provincia del Guayas el idioma inglés posee una importancia significativa, debido a que ha generado gran interés en la población como consecuencia de la globalización, lo que provoca que las ciudades entren a un proceso de desarrollo tecnológico dado que se hace fundamental el empleo de idiomas que vayan acorde con la nueva sociedad globalizante.

En el caso de la ciudad de Guayaquil existe una tendencia a la actualización de los contenidos académicos con el fin de promover el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés, especialmente en las instituciones educativas fiscales. Sin embargo, tal como señala [4], generalmente los profesores que dan cátedra del idioma inglés ejecutan la planificación curricular de manera rígida, sin considerar las necesidades del alumno y su entorno.

Uno de los inconvenientes de este enfoque rígido en la planificación curricular es que a menudo se obvia la adquisición de vocabulario, concediéndole más espacios y contenidos a los tópicos gramaticales, por ejemplo. Esta situación se da a pesar de que la ampliación del vocabulario es esencial para el aprendizaje de una lengua, pues “Si las estructuras de la lengua constituyen el esqueleto de la lengua, entonces es el vocabulario el que proporciona los órganos vitales y la carne” [6].

Contar con un repertorio léxico abundante resulta importante, porque esto ayuda al estudiante a leer y hablar con mayor fluidez, usando el contexto para deducir el significado de las nuevas palabras que se le presenten [3]. Otra razón que al contar con un mayor campo de conocimiento sobre el vocabulario el/la estudiante aprende y reconoce con mayor facilidad las estructuras gramaticales, lo que le permitirá escribir y leer con confianza ya que no teme encontrarse con palabras nuevas [3].

En este sentido, si se espera que el estudiante aprenda inglés es necesario trascender el aprendizaje tradicionalista y profundizar en la adecuación curricular, pues adaptar los contenidos a las necesidades de la audiencia conlleva, entre otras cosas, a dar mayor cabida a

contenidos, estrategias y actividades vinculadas a la adquisición de vocabulario, aspecto fundamental dentro del proceso de aprendizaje del inglés.

Esas adecuaciones curriculares “consisten en una secuencia de acciones sobre un currículo diseñado para una determinada población que conducen a la modificación de alguno o todos sus elementos” [7, p. 24], por lo que el docente singulariza y contextualiza la propuesta pedagógica de acuerdo a las limitaciones para el aprendizaje y la participación que observa en sus estudiantes.

En otras palabras, aun cuando se trata de un término utilizado recurrentemente en el campo de la educación inclusiva, se debe tener en cuenta que un bajo nivel de vocabulario -para efectos de aprendizaje de una lengua- debe considerarse como una limitación o barrera.

En consecuencia, para dilucidar como se atiende a las premisas de esta relación entre adquisición de vocabulario y aprendizaje del inglés el desarrollo de la presente investigación se enfocó en la manera como los docentes de inglés de octavo año de instituciones educativas oficiales de Guayaquil incorporan a sus planificaciones curriculares contenidos, estrategias y actividades hacia la ampliación del vocabulario.

### B. Justificación

De acuerdo a [8] el diseño curricular es fundamental debido a que sirven como guía a los docentes de inglés en las instituciones educativas fiscales del país, pero para ello es indispensable incorporar los elementos necesarios para que los estudiantes puedan adquirir las destrezas que les faciliten dominar esta lengua extranjera.

En este particular, el presente trabajo está orientado a entrever como los contenidos dirigidos al aumento del vocabulario influyen en aprendizaje del idioma inglés en estudiantes de octavo año EGB se justifica desde diversas perspectivas. En primer lugar, en cierta forma, permitiría detectar las trabas y limitaciones que existen para el aprendizaje del inglés por parte de los estudiantes, lo que a la larga ayudaría a plantear soluciones al respecto.

En segundo lugar, es necesario ampliar la base teórica desde la cual se relaciona la ampliación del léxico con el nivel de aprendizaje alcanzado de una segunda lengua, comprendiendo que hasta ahora son mayores los enfoques teóricos que vinculan la adquisición de una lengua extranjera con el aspecto gramatical.

Asimismo, esta investigación se enmarca en el Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021 Toda una Vida en su “Eje 1: Derechos para todos durante toda la vida” el cual contiene el “Objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas” con su respectiva “Política 1.6: Garantizar el derecho a la salud, la educación y al cuidado integral durante el ciclo de vida, bajo criterios de accesibilidad, calidad y pertinencia territorial y cultural” [9].

Por otro lado, de acuerdo con [10], los profesores de instituciones educativas fiscales deben poner atención a los contenidos académicos de acuerdo con los conocimientos de los estudiantes y su entorno, para generar efectos positivos en el aprendizaje de este idioma; de allí que con la actual investigación se estaría buscando comprobar en qué medida los profesores de inglés de segundo año de las instituciones de Guayaquil atienden a esta premisa.

En definitiva, el presente trabajo de investigación busca contribuir en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés, identificando los factores adversos que perjudican o entorpecen este proceso; hallazgos a los que se busca llegar partiendo de la información recabada a través de la encuesta aplicada a un grupo de profesores, así como de la revisión bibliográfica.

### C. Objetivo general

- Determinar la relación entre el nivel de inclusión en el diseño curricular de contenidos, estrategias y actividades dirigidas a la ampliación del vocabulario y el aprendizaje del idioma inglés de los estudiantes de octavo año EGB de colegios fiscales de Guayaquil.

### D. Objetivos específicos

- Analizar la influencia de la ampliación de vocabulario en el aprendizaje del inglés.
- Medir la incorporación de contenidos, estrategias y actividades dirigidas a la ampliación del vocabulario de inglés en el octavo año EGB de colegios fiscales.
- Determinar el nivel de aprendizaje del inglés por parte de estudiantes de octavo año EGB de colegios fiscales.
- Describir la relación entre la incorporación de contenidos, estrategias y actividades que amplían el vocabulario de un idioma y el nivel de aprendizaje alcanzado.

### E. Hipótesis

El aprendizaje del inglés de los estudiantes de octavo año EGB de colegios fiscales está relacionado con el nivel de inclusión en la planificación curricular de actividades vinculadas a la ampliación del vocabulario de dicho idioma.

## II. DESARROLLO

### F. Currículum educativo

A base de los conceptos propuesto por [4] se puede determinar que el currículum educativo es la forma práctica de implementar una teoría didáctica, a la enseñanza, y es considerado como un plan de acción que permite al docente desarrollarlo en el aula de clases con los estudiantes; además de ser una metodología de organización de las actividades educativas de acuerdo con los contenidos, técnicas y herramientas didácticas a utilizar.

La autora agrega que el objetivo de la educación es formar al ciudadano y forjar una sociedad a través de un currículum que procede como un proceso activo donde interviene un conjunto de elementos tales como factores sociales, objetivos, recursos, entre otros, los cuales interactúan para lograr ese objetivo educativo planteado. Esto involucra al currículum como un medio para esculpir un determinado prospecto educativo, que responda a las necesidades individuales, sociales y culturales. De esta manera, a través de la planificación y aplicación del currículum se respalda al sistema educativo para alcanzar el tipo de persona y de sociedad que la comunidad requiere de dicha institución.

Por último, la autora citada concluye en que es importante afrontar los problemas del currículum educativo comprendiendo su concepción y lo que este transmite. Lo esencial es que exista concordancia entre el

proyecto educativo y la gestión del currículum. Para ello, se requiere que la educación plantee tres procesos indispensables: el desarrollo del individuo, la interrelación con la comunidad y la anexión de la cultura. El docente debe apuntar su accionar diario en la aplicación del currículum durante las horas de clase para dirigir los procesos de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes. Asimismo, debe ajustarse a las directrices generales de la política educativa que normalizan la educación nacional.

Por otro lado, [11] comenta que la asignatura de inglés se debe respaldar en un plan de estudios que les permita a los estudiantes alcanzar y practicar las habilidades de comunicación requeridas en el aprendizaje de este idioma. El plan de estudios puede contener actividades de escucha, lectura e inglés hablado, también actividades de vocabulario y gramática. Además, se requiere introducir lecciones sobre la pronunciación correcta. La práctica para tomar exámenes de inglés como el TOEFL, debe ser considerada en el plan de estudios, para preparar a los estudiantes a someterse a este tipo de certificaciones del idioma inglés.

#### G. Adquisición de un segundo idioma

De acuerdo con [4], se conoce como adquisición de una segunda lengua, al proceso por el cual la persona aprende e internaliza un idioma distinto a su lengua materna o nativa predominante. La adquisición de un segundo idioma en un proceso natural en infantes bilingües cuyos padres o familia se comunican a través de dos o más lenguas. En cambio, si este proceso se lleva a cabo en edades más avanzadas por parte del infante o adulto; está comprobado en la lingüística aplicada que este proceso de aprendizaje de una segunda lengua, contrasta sus fases del proceso de adquisición de la primera, debido a que se necesitan otro tipo de habilidades cognitivas.

Por lo tanto, el aprendizaje de un segundo idioma es un proceso más riguroso donde se necesita de mayor tiempo que la adquisición de la lengua nativa, en especial cuando estructuralmente el idioma propio y el segundo son muy distintos.

La investigación de [4] determinó que un niño comienza a pronunciar las primeras palabras de su lengua nativa en un proceso que conlleva una importante labor cognitiva de tipo fonológica; esto ayuda a que el niño asimile los sonidos de diversas pronunciaciones como actores del mismo tipo de unidad segmental o fonema. Por tal razón, la adquisición de un segundo idioma en muchos de los hablantes generalmente guarda un “acento” particular ya que, en la primera lengua, como en otras, las características fonéticas distintivas y secundarias para agrupar los sonidos en fonemas pueden variar.

No obstante, algunos individuos logran una fluidez y comprensión del segundo idioma, completamente indistinguible de su lengua nativa; esto ocurre especialmente cuando ambos idiomas son similares. Por otro lado, los niños bilingües que aprenden dos lenguas al mismo tiempo normalmente llegan a dominar ambos idiomas, debido a que el proceso de aprendizaje que aplican es distinto al procedimiento de adquisición de una segunda lengua cuando se ha aprendido a hablar una primera. El problema de aprender una segunda lengua durante la adultez radica especialmente cuando este idioma

corresponde a otra familia lingüística y su aprendizaje es forzado.

Como menciona [10], la adquisición de una segunda lengua es un proceso más ventajoso, significativo y preciso cuando es utilizado en una situación de comunicación real, motivo por el cual es responsabilidad de los docentes el enseñar los fundamentos que requiere el idioma desde los primeros años de la etapa escolar.

La regularidad de aprendizaje para el lenguaje social es diferente al del aprendizaje del lenguaje académico. En contextos adecuados, el estudiante promedio de una segunda lengua demora alrededor de dos años en obtener habilidades de comunicación interpersonal elementales. Estas habilidades ingresan en el lenguaje cotidiano de contexto integrado que sucede entre interlocutores. Sin embargo, se demora entre cinco y siete años, bajo circunstancias aptas, en desarrollar la competencia lingüística académica cognoscitiva o lenguaje académico de poco contexto, a un grado similar al que estudian en su idioma nativo.

Estas autoras concluyen que la mayoría de los estudiantes de inglés, que aprenden el idioma como segunda lengua tienen problemas en ciertos aspectos, pese a que, aparentemente, dominan el inglés básico tradicional para la comunicación cotidiana y mantienen inconvenientes con la destreza lingüística académica cognoscitiva.

#### H. Adquisición de vocabulario

Los investigadores han propuesto diferentes teorías que intentan trazar el mapa de procesos implicados en la adquisición de vocabulario. Dependiendo de la postura adoptada por el investigador, diferentes hipótesis y, en consecuencia, diferentes experimentos han podido mostrar cuando tiene lugar la adquisición y cuándo no el aprendizaje de una segunda lengua a través de la ampliación del vocabulario.

La hipótesis de entrada de Stephen Krashen ha sido influyente en una línea de investigación, estudiando la efectividad de aprender grandes cantidades de vocabulario a través de una avalancha de aportes con la lectura extensa como enfoque de estudio. El modelo cuestiona la necesidad de una entrada estructurada, así como la necesidad de que los alumnos produzcan vocabulario recién encontrado para adquirirlo.

La hipótesis de entrada se basa en la premisa que los alumnos suelen tener éxito al inferir el significado del contexto. Sin embargo, los críticos han sostenido a menudo que este no es necesariamente el caso, y que los estudiantes pueden incluso no notar la palabra desconocida o hacer un esfuerzo por aprender su significado [12]. No obstante, la información comprensible es una de las fuentes más importantes para conocer nuevos vocabularios y, aunque no está en su forma completa, se considera que la hipótesis de entrada tiene sustento [3].

En cambio, otras teorías han mantenido la necesidad de métodos en los que los alumnos tengan la oportunidad de transmitir significado [13], notar nuevas palabras y su morfología en la comunicación [14], [15], y practicarlos a través de la producción [16]. Por consiguiente, se impone la necesidad de un aprendizaje centrado en el alumno.

El cambio en el enfoque del proceso de aprendizaje de enfoques orientados al maestro a enfoques centrados en el

alumno durante las últimas décadas del siglo XX estuvo acompañado por la aparición del concepto de “competencia comunicativa” [17], [18] caracterizado por [19] como “capacidad comunicativa del lenguaje”, un concepto que resalta las teorías del enfoque comunicativo para la enseñanza de idiomas extranjeros. En gran parte como resultado de la influencia del enfoque comunicativo, el logro de la competencia comunicativa se ha convertido en el objetivo principal de la enseñanza aprendizaje de una lengua extranjera.

[20] señala que el vocabulario es una parte importante de la lectura. Sin suficiente vocabulario, los lectores pueden adivinar las palabras desconocidas, pero no pueden comprender completamente los textos de lectura, o simplemente entenderlos vagamente, y muchas veces de manera incorrecta. Además, la capacidad de comprensión de los alumnos depende en gran medida de su conocimiento sobre el vocabulario. Se asume que tanto el vocabulario como el acervo posean los alumnos mostrarán la confianza en el manejo del idioma.

Aunque para [21] el lenguaje es un proceso social y el lenguaje surge en la vida del individuo a través de un intercambio continuo de significado con personas significativas, mejorar el vocabulario es uno de los objetivos de las clases de inglés como lengua extranjera, ya que esta actividad ayuda gradualmente a los alumnos a lograr la motivación y la confianza en sí mismos

Adquirir un vocabulario más amplio y profundo es primordial en la búsqueda de convertirse en un aprendiz competente de idiomas extranjeros. Se puede argumentar que la falta de conocimiento de vocabulario a menudo tiene un impacto más severo en la claridad y fluidez del lenguaje hablado y escrito que el conocimiento gramatical insuficiente o una pronunciación deficiente [22].

Se han establecido varios umbrales para tratar de precisar cuántas palabras en realidad debería aprenderse. [3] sostiene que, para comprender una variedad de textos, los estudiantes necesitan un léxico de alrededor de 8000-9000 familias de palabras. Se cree que este número es suficiente para una tasa de comprensión del 98% de una novela o un periódico.

Respecto a la práctica del método tradicional centrado en el uso del diccionario existen al menos tres puntos débiles con respecto al vocabulario: 1) errores comunes causados por la mala comprensión del significado de palabras o frases; 2) elegir palabras o sinónimos incorrectos; y 3) poca variación en la selección de vocabulario para la comprensión, etc.

[23] afirma que el uso de un diccionario bilingüe es una de las razones para elegir sinónimos incorrectos, mientras que [24] encontraron que el stock limitado de vocabulario es un gran obstáculo para que los estudiantes aprendan un idioma extranjero. El teórico señala que el aprendizaje de vocabulario es muy importante tanto para el desarrollo de la escritura de una segunda lengua como para la lectura, y por ello los docentes de inglés como segunda lengua deben reconocer y fomentar el aprendizaje de vocabulario.

#### *I. Tipo Aprendizaje incidental vs Aprendizaje intencional*

El aprendizaje incidental de vocabulario se puede describir como palabras que se adquieren al participar en una actividad con otro propósito que no sea aprender vocabulario, como leer un libro, escuchar en una

conversación con un hablante nativo o tratando de decidir junto con un compañero el orden de los muebles en una habitación.

Por otra parte, el aprendizaje intencional se define como una actividad en la que aprender vocabulario es el propósito o énfasis de una tarea. Esto se puede hacer a través de una instrucción centrada en la forma o mediante actividades para el alumno, como memorizar listas de palabras. Por lo tanto, tal dicotomía es algo problemático como señalan [25], quienes argumentan que es importante reconocer el vocabulario adquirido como un subproducto de una actividad puede ser tanto accidental como intencionada.

Los teóricos sostienen que la intención solo puede ser medida a nivel de tarea, en forma de objetivos de tarea. Sin embargo, la intención también se encuentra en el nivel de aprendiz subordinado, con respecto a las elecciones hechas por el individuo para comprender y aprender la palabra designada, incluso si participa en una actividad de aprendizaje incidental.

Por lo tanto, el término incidental solo debe usarse para explicar el diseño de tareas en lugar de la situación de aprendizaje, ya que las estrategias que implementan los alumnos no se pueden conocer de antemano y no cuantificable [25]. Independientemente de cómo ocurran, se argumenta que las actividades centradas en la forma son esenciales para el aprendizaje y adquisición del vocabulario [26].

Estas actividades suelen dividirse en dos grupos: 1) Las enfocadas en formularios que denotan actividades descontextualizadas y no comunicativas que enfatizan forma léxica; y 2) las centradas en la forma, abarcando actividades en las que la forma se percibe como un resultado de la necesidad de captar el significado de una palabra, la necesidad de utilizar el vocabulario comunicación, o mediante la retroalimentación negativa del interlocutor [27].

#### *J. Profesores en el aprendizaje del idioma inglés*

De acuerdo con [5] en el sistema educativo es fundamental poseer docentes de calidad para perfeccionar la destreza del inglés, debido a que estos son los responsables de aplicar diariamente las políticas y actividades dispuestas por las instituciones estatales. No obstante, la enseñanza de este idioma ha presentado debilidades vinculadas tanto con la destreza del inglés por parte de los docentes como con la calidad de su formación.

Los autores agregan que los docentes en Latinoamérica presentan un bajo grado de destreza de esta lengua, por otro lado, sus políticas adoptadas ordenan un dominio desde los niveles B2 a C2 de acuerdo con el Marco Común Europeo de Referencia (MCER), las evaluaciones y análisis de diagnóstico determinan que la mayoría de los profesores de inglés poseen un desempeño muy inferior a estos estándares. Altos porcentajes de docentes se desempeñan difícilmente en los niveles requeridos para sus estudiantes, e inclusive en grados inferiores.

Actualmente existe una alta demanda de docentes de inglés en Latinoamérica, asimismo, las oportunidades de formación para los profesores son elevadas en la región, la calidad de esta formación es diversa, aunque deficiente. Si bien es cierto, se encuentran en el mercado sistemas de acreditación para asegurar la calidad de la formación,

también existen un sin número de cursos no acreditados que continúan inscribiendo estudiantes e impartiendo cátedra. Además, existe una amplia gama en el empleo de requerimientos de ingreso o egreso, y pocos países poseen un contexto estandarizado. A esto se le suma la situación actual de las alternativas de desarrollo profesional para los profesores de inglés los cuales padecen problemas de valoración y prolongación.

A lo largo de la región se pueden encontrar oportunidades de capacitarse tanto localmente como en el extranjero. Al igual que las oportunidades han ido aumentando, existe muy poca evidencia de las consecuencias y el costo de estos programas; la gran variedad de cursos nuevos en la región también da una insuficiente progresividad a programas previos.

Estas debilidades, como los mencionan los autores, están asociadas a una efímera aplicación de políticas vinculadas con la formación de los docentes, lo que ha generado una deficiente calidad de los maestros de inglés; los profesores presentan un inferior grado de destreza de esa lengua y frecuentemente no cuentan con certificación o adiestramiento. Los países de la región deben asumir políticas que ayuden a optimizar la formación de sus docentes de inglés si desean tener un efecto positivo en la transmisión efectiva de este idioma.

#### K. El rol del docente

Como menciona [1] la adquisición de una lengua extranjera como el inglés necesita de profesores debidamente capacitados en relación con metodologías adecuadas para un óptimo proceso de enseñanza-aprendizaje de este idioma, además el maestro debe tener las suficientes habilidades para reconocer a los distintos tipos de alumnos, sus maneras de aprendizaje, sus dificultades de aprendizaje, entre otros. Los alumnos utilizarán la lengua inglesa dentro de las aulas si el docente implementa las siguientes condiciones que se desprenden de los postulados y recomendaciones del citado autor:

- La planificación de los procesos necesarios para el empleo del segundo idioma, según el grado de los estudiantes y considerando que, normalmente, comprenden más de lo que están dispuestos a producir.
- Expresarse de la manera más precisa y comprensible posible. Sustentar visualmente los argumentos y los correctivos a través de mímicas, multimedia, objetos, el empleo de la pizarra, entre otros.
- Adiestrar a los estudiantes a que utilicen técnicas idiomáticas en inglés. La enseñanza y la motivación del empleo de términos genéricos que optimizan su habilidad de comunicación.
- Acostumbrar a los estudiantes con las expresiones más frecuentes que se emplean en clases y su uso habitual y con sentido. Promocionar la habilidad de los alumnos para deducir la definición por medios lógicos como el contexto y las relaciones entre conceptos y frases.
- Si se aplica cada uno de los factores detallados previamente, se conseguirá ofrecer los escenarios apropiados que ayuden al empleo frecuente y práctica habitual del inglés, asimismo, se alcanzará a incluir al alumno en un aprendizaje continuo y progresivo.

#### L. Rol de estudiante

En la misma línea de [1] se determina que el rol del alumno es una de las trascendentales modificaciones que se ha conseguido en la enseñanza del idioma. Estos roles juegan un papel más dinámico debido a que serán los responsables del grado de desarrollo de las destrezas del idioma y son ellos quienes deben adoptar una iniciativa más frecuente durante las clases.

Para los alumnos que adquieren el idioma inglés como lengua extranjera uno de los escenarios de aprendizaje más primordiales es el aula de clases, donde se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje, convirtiéndose en el principal espacio de prueba y práctica que les proporciona el perfeccionamiento adecuado para que pueda desenvolverse y comunicarse fluidamente en este idioma.

Luego de haber explicado el rol que desempeñan profesores y estudiantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés como lengua extranjera, [1] agrega que estos dos elementos deben de llevar la clase en completa armonía, trabajando bajo directrices que destaquen el respeto y un elevado nivel de responsabilidad, simplemente una adecuada mezcla de estos dos factores proporcionará logros relevantes en el desarrollo de la habilidad comunicativa en el idioma inglés.

### III. METODOLOGÍA

#### M. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación de campo, transversal, no experimental y descriptiva, con un enfoque cuantitativo y con un diseño de aplicación tipo encuesta. Se lo considera de campo porque se realizaron encuestas a docentes de la asignatura de inglés en instituciones educativas fiscales de la zona 8 dentro de la ciudad de Guayaquil. Descriptiva porque ayudará a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma inglés en instituciones educativas fiscales, ya que el problema se lo va a detallar tal y como se muestra en la realidad. No experimental, debido a que se realizó el trabajo sin manipular intencionadamente las variables. La investigación posee un enfoque cuantitativo, agregando un componente cualitativo para facilitar el análisis de la información en algunas variables permitiendo interpretar los resultados desde un contexto más amplio.

#### N. Población y muestra

La población de estudio está determinada en 2,983 profesores de inglés de instituciones educativas fiscales del cantón Guayaquil. Utilizando la fórmula para poblaciones infinitas, se obtuvo como resultado una muestra de 340 profesores de inglés, sin embargo, al aplicar el instrumento, participaron 469 docentes, por lo que se consideraron a todos los individuos que participaron en la investigación de campo.

#### O. Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para la recopilación de información se utilizó la técnica de la encuesta y como instrumento un cuestionario estructurado conformado por 24 preguntas, en su mayoría cerradas, dirigido a los profesores de inglés que actualmente enseñan en las instituciones educativas fiscales del cantón Guayaquil. En concordancia con los objetivos establecidos, esto permitió identificar el problema planteado. Se elaboraron los respectivos formatos de investigación para la muestra seleccionada, los



mismos que fueron revisados y aprobados por el Ministerio de Educación.

#### IV. RESULTADOS

Se determinó que el principal problema que influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje del inglés en estudiantes de octavo año de Educación General Básica en colegios fiscales de la ciudad de Guayaquil, es la disparidad en los contenidos académicos para los distintos niveles en los cuales se imparte el idioma inglés, especialmente por un enfoque excesivo en el aspecto gramatical, dejando de lado la adquisición y desarrollo de vocabulario.

En la mayoría de los casos los estudiantes ni siquiera recibieron formación previa para esta asignatura en sus currículos académicos durante sus primeros años de primaria, debido a que el programa de inglés está vigente a partir del periodo 2017 en el régimen costa; lo que supone un fuerte impacto y genera poca asimilación de este idioma en dichos estudiantes; los datos encontrados se muestran en las tablas descritas a continuación.

Como se puede observar en la Tabla I los profesores indican que los estudiantes de octavo año de colegios fiscales de Guayaquil poseen mayores dificultades en el aprendizaje del idioma inglés, debido a un contenido muy superior en comparación a los años anteriores, de donde provienen con una buena base, y se debe reforzar todo lo aprendido, no existiendo la debida adquisición de competencias para cada nivel.

TABLA I  
PROBLEMAS DE CONTENIDO ACADÉMICO QUE ENFRENTAN  
LOS ESTUDIANTES POR AÑO DE EGB

| C) 7.1. En su experiencia como docente ¿en qué año de educación general básica cree usted que los estudiantes encuentran mayor dificultad para el aprendizaje del idioma inglés? Señale solo uno | C) 8.2. Escasa adecuación curricular a entorno de aprendizaje |      |       |       |          |       |        | Total |
|--|---|------|-------|-------|----------|-------|--------|-------|
|  | Muy bajo  | Bajo | Medio | Alto  | Muy alto |       |        |       |
|  | No.   |      |       |       |          |       |        |       |
| 8vo año  | No.   | 18   | 21    | 61    | 101      | 88    | 289    |       |
|  | %   | 6,2% | 7,3%  | 21,1% | 34,9%    | 30,4% | 100,0% |       |
| 9no año  | No.   | 1    | 5     | 4     | 4        | 8     | 22     |       |
|  | %   | 4,5% | 22,7% | 18,2% | 18,2%    | 36,4% | 100,0% |       |
| 10mo año   | No.   | 10   | 10    | 51    | 38       | 49    | 158    |       |
|  | %   | 6,3% | 6,3%  | 32,3% | 24,1%    | 31,0% | 100,0% |       |
| Total  | No.   | 29   | 36    | 116   | 143      | 145   | 469    |       |
|  | %   | 6,2% | 7,7%  | 24,7% | 30,5%    | 30,9% | 100,0% |       |

De acuerdo con la prueba Chi-cuadrado, el vínculo entre el curso con mayor dificultad de aprendizaje del idioma inglés y contenido académico superior en comparación a años anteriores es significativo en un 0.022, esto es menor al margen de error del 5% por lo que la relación es aceptada. Ver TABLA II

TABLA II  
PRUEBAS DE CHI-CUADRADO EN LA CORRELACIÓN  
DIFICULTAD DE APRENDIZAJE Y CONTENIDO ACADÉMICO  
SUPERIOR

| Pruebas de chi-cuadrado      |                     |    |                                      |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
|                              | Valor               | df | Significación asintótica (bilateral) |
| Chi-cuadrado de Pearson      | 17,944 <sup>a</sup> | 8  | 0,022                                |
| Razón de verosimilitud       | 15,775              | 8  | 0,046                                |
| Asociación lineal por lineal | 0,675               | 1  | 0,411                                |
| N de casos válidos           | 469                 |    |                                      |

a. 2 casillas (13,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,36.

Debido al alto contenido académico en comparación a los años anteriores, los profesores de inglés de octavo año de EGB de colegios fiscales de Guayaquil aplican un menor esfuerzo en la enseñanza de vocabulario tal y como se muestra en la TABLA III detallada a continuación:

TABLA III  
CONTENIDO ACADÉMICO MUY SUPERIOR CON ESCASO  
ENFOQUE EN VOCABULARIO

| C) 4.3. Vocabulario | C) 8.2. Escasa adecuación curricular a entorno de aprendizaje |       |       |       |          | Total |        |
|---------------------|---|-------|-------|-------|----------|-------|--------|
|                     | Muy bajo  | Bajo  | Medio | Alto  | Muy alto |       |        |
| Raramente           | No.   | 3     | 0     | 2     | 0        | 0     | 5      |
|                     | %   | 60,0% | 0,0%  | 40,0% | 0,0%     | 0,0%  | 100,0% |
| Algunas veces       | No.   | 1     | 8     | 11    | 7        | 11    | 38     |
|                     | %   | 2,6%  | 21,1% | 28,9% | 18,4%    | 28,9% | 100,0% |
| Muchas veces        | No.   | 7     | 11    | 44    | 47       | 32    | 141    |
|                     | %   | 5,0%  | 7,8%  | 31,2% | 33,3%    | 22,7% | 100,0% |
| Siempre             | No.   | 18    | 17    | 59    | 89       | 102   | 285    |
|                     | %   | 6,3%  | 6,0%  | 20,7% | 31,2%    | 35,8% | 100,0% |
| Total               | No.   | 29    | 36    | 116   | 143      | 145   | 469    |
|                     | %   | 6,2%  | 7,7%  | 24,7% | 30,5%    | 30,9% | 100,0% |

Como se puede observar en la TABLA III los profesores indican que los estudiantes de octavo año de colegios fiscales de Guayaquil poseen una exigencia superior en la materia en comparación a los años anteriores, llegando a ese nivel sin la preparación necesaria. Por otro lado, los docentes implementan en menor medida ejercicios de refuerzo en vocabulario, pese a que los estudiantes

proviene de un ambiente donde el contacto con palabras inglesas es inusual.

De acuerdo con la prueba Chi-cuadrado, el vínculo entre la frecuencia de implementación del vocabulario y contenido académico superior en comparación a años anteriores es significativa en un 0.000, esto es menor al margen de error del 1% por lo que la relación es aceptada. Ver TABLA IV

TABLA IV

PRUEBAS DE CHI-CUADRADO EN LA CORRELACIÓN ESCASA FRECUENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL VOCABULARIO Y CONTENIDO ACADÉMICO SUPERIOR

| Pruebas de chi-cuadrado      |                     |    |                                      |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
|                              | Valor               | df | Significación asintótica (bilateral) |
| Chi-cuadrado de Pearson      | 50,508 <sup>a</sup> | 12 | 0,000                                |
| Razón de verosimilitud       | 36,585              | 12 | 0,000                                |
| Asociación lineal por lineal | 12,666              | 1  | 0,000                                |
| N de casos válidos           | 469                 |    |                                      |

a. 7 casillas (35,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,31.

Por consiguiente, uno de los problemas que enfrentan los estudiantes de octavo año de colegios fiscales de Guayaquil es la falta de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria (2do a 5to grado EGB) centrado en la expansión del vocabulario a fin de facilitar una base sólida de conocimientos del idioma. Con ello, se asume que los profesores implementan ejercicios de vocabulario con menor frecuencia en las clases de inglés, como se puede observar en la TABLA V detallada a continuación:

TABLA V

ADAPTACIÓN CURRICULAR DE INGLÉS DURANTE LOS PRIMEROS AÑOS DE PRIMARIA Y AMPLIACIÓN DE VOCABULARIO

| C) 4.3. Vocabulario |               | C) 8.4. Falta de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria (2do a 5to grado EGB) que expanda el vocabulario y facilite una base sólida de conocimientos del idioma |       |       |       |          | Total |        |
|---------------------|---------------|---|-------|-------|-------|----------|-------|--------|
|                     |               | Muy bajo  | Bajo  | Medio | Alto  | Muy alto |       |        |
| C) 4.3              | Raramente     | No.   | 3     | 0     | 2     | 0        | 0     | 5      |
|                     |               | %   | 60,0% | 0,0%  | 40,0% | 0,0%     | 0,0%  | 100,0% |
|                     | Algunas veces | No.   | 7     | 7     | 14    | 4        | 6     | 38     |
|                     |               | %   | 18,4% | 18,4% | 36,8% | 10,5%    | 15,8% | 100,0% |
|                     | Muchas veces  | No.   | 10    | 24    | 44    | 33       | 30    | 141    |
|                     |               | %   | 7,1%  | 17,0% | 31,2% | 23,4%    | 21,3% | 100,0% |
|                     | Siempre       | No.   | 18    | 26    | 71    | 89       | 81    | 285    |
|                     |               | %   | 6,3%  | 9,1%  | 24,9% | 31,2%    | 28,4% | 100,0% |
|                     | Total         | No.   | 38    | 57    | 131   | 126      | 117   | 469    |
|                     |               | %   | 8,1%  | 12,2% | 27,9% | 26,9%    | 24,9% | 100,0% |

Como se puede observar en la TABLA V, la falta de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria influye en un nivel alto con la implementación de buen uso y manejo de vocabulario se repite con una frecuencia constante y repercute en el resto de los niveles educativos durante la enseñanza de este idioma.

De acuerdo con la prueba Chi-cuadrado, el vínculo entre la escasa frecuencia de implementación del vocabulario y la adaptación curricular del inglés durante los primeros años de primaria es significativa en un 0.000, esto es menor al margen de error del 1% por lo que la relación es aceptada. Ver TABLA VI

TABLA VI

PRUEBAS DE CHI-CUADRADO EN LA CORRELACIÓN FRECUENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL VOCABULARIO Y LA FALTA DE UN CURRÍCULO DE INGLÉS

| Pruebas de chi-cuadrado      |                     |    |                                      |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
|                              | Valor               | df | Significación asintótica (bilateral) |
| Chi-cuadrado de Pearson      | 44,898 <sup>a</sup> | 12 | 0,000                                |
| Razón de verosimilitud       | 37,924              | 12 | 0,000                                |
| Asociación lineal por lineal | 25,206              | 1  | 0,000                                |
| N de casos válidos           | 469                 |    |                                      |

a. 7 casillas (35,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,41.

Contrariamente, el currículo de inglés durante los primeros años de primaria tiene una alta incidencia en la implementación de ejercicios de gramática durante las clases, como se puede observar en la TABLA VII detallada a continuación:

TABLA VII

CURRÍCULO DE INGLÉS DURANTE LOS PRIMEROS AÑOS DE PRIMARIA Y LA GRAMÁTICA

| C) 4.4. Gramática |               | C) 8.4. Falta de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria (2do a 5to grado EGB) que expanda el vocabulario y facilite una base sólida de conocimientos del idioma |       |       |       |          | Total |        |
|-------------------|---------------|---|-------|-------|-------|----------|-------|--------|
|                   |               | Muy bajo  | Bajo  | Medio | Alto  | Muy alto |       |        |
| C) 4.4.           | Raramente     | No.   | 4     | 2     | 3     | 2        | 1     | 12     |
|                   |               | %   | 33,3% | 16,7% | 25,0% | 16,7%    | 8,3%  | 100,0% |
|                   | Algunas veces | No.   | 6     | 11    | 27    | 21       | 5     | 70     |
|                   |               | %   | 8,6%  | 15,7% | 38,6% | 30,0%    | 7,1%  | 100,0% |
|                   | Muchas veces  | No.   | 13    | 24    | 50    | 47       | 40    | 174    |
|                   |               | %   | 7,5%  | 13,8% | 28,7% | 27,0%    | 23,0% | 100,0% |
|                   | Siempre       | No.   | 15    | 20    | 51    | 56       | 71    | 213    |
|                   |               | %   | 7,0%  | 9,4%  | 23,9% | 26,3%    | 33,3% | 100,0% |
|                   | Total         | No.   | 38    | 57    | 131   | 126      | 117   | 469    |
|                   |               | %   | 8,1%  | 12,2% | 27,9% | 26,9%    | 24,9% | 100,0% |

Como se puede observar en la TABLA VII, es notable la presencia de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria caracterizado por la implementación de ejercicios de gramática con una frecuencia reiterativa y constante durante la enseñanza de este idioma.

De acuerdo con la prueba Chi-cuadrado, el vínculo entre la frecuencia de implementación de la gramática y la falta de un currículo de inglés durante los primeros años de primaria es significativa en un 0.001, esto es menor al margen de error del 1% por lo que la relación es aceptada. Ver TABLA VIII

TABLA VIII  
PRUEBAS DE CHI-CUADRADO EN LA CORRELACIÓN  
FRECUENCIA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GRAMÁTICA Y LA  
FALTA DE UN CURRÍCULO DE INGLÉS

| Pruebas de chi-cuadrado      |                     |    |                                      |
|------------------------------|---------------------|----|--------------------------------------|
|                              | Valor               | df | Significación asintótica (bilateral) |
| Chi-cuadrado de Pearson      | 33,853 <sup>a</sup> | 12 | 0,001                                |
| Razón de verosimilitud       | 32,959              | 12 | 0,001                                |
| Asociación lineal por lineal | 20,004              | 1  | 0,000                                |
| N de casos válidos           | 469                 |    |                                      |

a. 5 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,97.

Como se ha evidenciado, entre las principales dificultades que poseen los estudiantes de octavo año EGB de colegios fiscales de Guayaquil en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el idioma inglés; se encuentra principalmente la necesidad de la implementación de un currículo adecuado a su entorno socioeconómico, que abarque todos los niveles del sistema educativo desde la primaria, y extienda las competencias y contenidos acordes para cada nivel; ya que los resultados arrojados en el presente estudio indican que los docentes invierten más tiempo y esfuerzo a la enseñanza de la gramática, cubriendo el vocabulario a través del método tradicional (uso del diccionario), lo que revela la búsqueda de un aprendizaje predominantemente incidental.

## V. DISCUSIÓN

Cabe destacar que la presente investigación como parte de la identificación de los problemas de enseñanza del idioma inglés se encontró una relación significativa entre la implementación de un currículo académico no adecuado a la realidad del estudiante; específicamente centrado en una enseñanza incidental del vocabulario.

La enseñanza del inglés en este nivel educativo se caracteriza por un alto contenido de exigencia en comparación a años anteriores, estas dificultades están estrechamente ligadas a la frecuencia de implementación y refuerzo por parte del docente de aspectos esencialmente gramaticales, mientras que las actividades orientadas a la adquisición y ampliación del vocabulario están delimitadas por el modelo tradicional (uso del diccionario).

Los resultados encontrados se vinculan con los de [8], quienes en una investigación realizada con niños de sexto grado que se inician en la enseñanza del idioma inglés se evidencia la presencia de dificultades principalmente en la comprensión de nuevas palabras, en este aspecto lo

estudiantes tuvieron una calificación promedio inferior a 80, considerándose insatisfactorias. En tal sentido, se asume que los estudiantes provenientes de primaria tienen un vocabulario poco abundante y el mismo no es sujeto a métodos que procuren su ampliación,

En la misma línea de las destrezas del idioma inglés, [4] señala que son escasos los profesores que consiguen que sus alumnos efectúen conversaciones fluidas o que se expresen bien en esta lengua, por tal razón, destaca la importancia de ejecutar diversas actividades y estrategias durante las horas de clase para incrementar el vocabulario en este idioma; entre otras causas menciona la poca aplicación de ejercicios innovadores para hacer que los estudiantes adquieran y comprendan nuevos términos.

Asimismo, la autora también indica que no todos los alumnos desarrollan las micro habilidades que se necesitan para dominar la lengua inglesa. Como se puede observar, los resultados en esta investigación coinciden con lo expuesto al advertir la importancia de que se incorporen al currículo contenidos y actividades potenciadoras del desarrollo del vocabulario, trascendiendo de un aprendizaje incidental a uno intencional del vocabulario.

Por otro lado, [11] menciona que los problemas de aprendizaje del inglés en jóvenes estudiantes están ligados a la poca motivación, sustentándose esto en las deficiencias o insuficiencias en procesos básicos como la atención, la percepción que derivan en la escasa adquisición de vocabulario y con ello la presencia de obstáculos hacia la comprensión de la lectura y la transferencia de conocimientos e ideas.

En línea con tales argumentos de la autora citada, los resultados de la investigación actual indican que el problema del aprendizaje del inglés por parte de estudiantes de octavo año en los colegios fiscales seleccionados radica fundamentalmente en la falta de una adecuación curricular que tome en cuenta el contexto del estudiante, motivándolo a aprender el inglés para satisfacer sus necesidades.

Es fundamental pues que se revise, mejore y adapte la planificación curricular a las necesidades educativas de los estudiantes, especialmente en cuanto a vocabulario, lo que permitirá que estos se sientan motivados a aprender el idioma inglés.

En líneas generales, es necesario trascender en el empleo de un currículo centrado profusamente en actividades vinculadas al aprendizaje gramatical con apoyo del diccionario, y adaptarlo al entorno del estudiante incorporándole medios o recursos novedosos que despierten el interés del estudiante en adquirir y comprender los términos en inglés que actualmente se encuentran en sintonía con el avance tecnológico, principalmente las redes sociales e Internet.

## VI. CONCLUSIONES

Tras la realización de la presente investigación, se evidenció a través de la determinación de una relación causal que la principal problemática que enfrentan docentes y alumnos involucrados en la enseñanza-aprendizaje del idioma inglés, específicamente en el octavo año de instituciones educativas fiscales de Guayaquil, es la falta de un currículo adaptado a las necesidades del

estudiante, así como equilibrado e innovador en cuanto a la incorporación de actividades propiciadoras de la ampliación del vocabulario.

Durante las últimas tres décadas, el aprendizaje y la enseñanza del vocabulario han atraído un interés significativo entre investigadores y docentes, ya que han llegado a reconocer la importancia y la posición fundamental que desempeña el conocimiento del vocabulario en el aprendizaje del inglés como lengua extranjera. Sin embargo, en el contexto de la enseñanza del inglés en Educación Secundaria en Ecuador las actividades dirigidas a ampliar el vocabulario se ignoran relativamente y no reciben la atención necesaria de los profesores y diseñadores de planes de estudios.

En dicho nivel educativo la mayoría de los docentes de inglés implementan el método tradicional de enseñanza de vocabulario como enumerar y definir nuevas palabras para luego pedir a los alumnos que memoricen los significados en inglés y español. En este entorno educativo centrado en el profesor, los estudiantes de inglés se convierten en receptores pasivos del lenguaje mucho más que en productores, y esto socava el desarrollo de su capacidad lingüística comunicativa.

Es un problema recurrente donde muchos estudiantes consideran que aprender vocabulario es un trabajo tedioso y culpan a su mala memoria porque no aprenden el inglés como segunda lengua, llegan a depender del aprendizaje incidental y encuentran el estudio individual aburrido e insuficiente. En este sentido, se ha comprobado que los estudiantes aprenden incluso eligiendo vocabulario de su propio entorno, lo que sucede desde ver su programa de dibujos animados favorito hasta la interacción dentro y fuera del aula de idiomas y, sobre todo, de las actividades del aula.

La enseñanza de vocabulario se convierte en una cuestión ineludible en el aprendizaje de un idioma, ya que la capacidad receptiva y comprensiva de los estudiantes a través de sonidos y símbolos depende en gran medida del volumen de vocabulario que poseen. Diversos estudios indican que, en general, los estudiantes no logran obtener una competencia satisfactoria en el uso del inglés y se ha detectado que su reserva de vocabulario es una de las razones subyacentes. Los resultados evidencian que el problema radica en la forma cómo los docentes planifican, presentan, practican y evalúan contenidos que involucran la enseñanza de esta micro habilidad.

Al mismo tiempo, la búsqueda de palabras en inglés / español en el diccionario, es la técnica dominante para adquirir nuevas palabras, y esta, según estudios previos, se ha percibido como frustrante tanto para los estudiantes como para los profesores, ya que la retención de vocabulario es baja en correspondencia con un igualmente bajo nivel de aprendizaje, lo que deja a los alumnos con dificultades con el inglés a lo largo de sus estudios.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está financiado por Fondos Nacionales a través de FCT - Fundación para la Ciencia y la Tecnología dentro del ámbito del proyecto del CIEC (Centro de Investigación para Estudios Infantiles de la Universidad de Minho) bajo la referencia UID/CED/00317/2019.

#### REFERENCIAS

- [1] M. Beltrán, *El aprendizaje del idioma inglés como lengua extranjera*. Boletín Virtual, 6(4), 91-98, 2017.
- [2] C. Luna, *Creación de un plan curricular para la asignatura de inglés, en el séptimo nivel de bachillerato del Colegio Francés de Quito, teniendo como base las artes*. Quito: Universidad San Francisco de Quito - Colegio de Postgrados, 2011.
- [3] P. Nation, *The four strands. Innovation in Language Learning and Teaching*, 1(1), 2-13, 2007. doi: 10.2167/illt039.0
- [4] M. Arechúa, *El diseño curricular formal de lengua extranjera y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje del idioma inglés a los estudiantes de octavo año de educación básica paralelo G del Colegio Fiscal El Empalme provincia del Guayas durante el período lectivo 2011-2012*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo - Facultad de Ciencias Jurídicas, Sociales y de la Educación, 2012.
- [5] K. Cronquist, y A. Fiszbein, *El aprendizaje del inglés en América Latina*. El diálogo. Liderazgo para las Américas, 2017.
- [6] J. Agudelo, J. Garay, y H. Morales, *Propuesta para el mejoramiento del inglés en los estudiantes de 4B del Colegio Antonio José de Sucre I.E.D, mediante la implementación de unidades didácticas multimediales*. Bogotá: Universidad Libre - Facultad Ciencias de la Educación - Departamento de Humanidades e Idiomas, 2009.
- [7] Ministerio de Educación – Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. *Un currículum en común y diversificado Para todos los que enseñan y aprenden en la escuela*, 1era ed. (2010). Consultado en: Octubre 20, 2020. [Online]. Recuperado de: [https://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/pdf/2010\\_curriculum\\_encomun.pdf](https://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/pdf/2010_curriculum_encomun.pdf)
- [8] G. Torres, L. Vanega, y A. Britton, *Análisis de los problemas que influyen en el aprendizaje del idioma inglés en los estudiantes de sexto grado en la provincia de Panamá*. Revista de Iniciación Científica RIC, 4 (Especial), 119-121, 2018. doi:10.33412/rev-ricv4.0.1833
- [9] SENPLADES, Quito, Ecuador. *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 Toda una Vida*, (2017). Recuperado de <https://bit.ly/2Qf4YJC>
- [10] D. Barrezueta, y E. Merlo, *Conocimientos heterogéneos del idioma inglés que presentan los estudiantes del sector rural y urbano al iniciar el octavo año de educación básica del Colegio Nacional Atahualpa*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte - Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología, 2010.
- [11] M. Sánchez, *Las estrategias educativas y su incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura de inglés en los estudiantes del primer año del Colegio Fiscal Técnico "24 de Mayo" del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos durante el período lectivo 2011 – 2012*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo - Facultad de Ciencias Jurídicas, Sociales y de la Educación, 2012.
- [12] R. Oxford, y D. Crookall, *Vocabulary learning: A critical analysis of techniques*. TESL Canada Journal, 7(2), 9-30, 1990.
- [13] P. Skehan, *A framework for the implementation of task-based instruction*. Applied Linguistics, 17(1), 38-62, 1996. doi: 10.1093/applin/17.1.38
- [14] R. W. Schmidt, *The role of consciousness in second language learning*. Applied Linguistics, 11(2), 129-158, 1990.
- [15] M. Long, *The role of the linguistic environment in second language acquisition*. In W. Ritchie & T. Bhatia (eds). Handbook of second language acquisition. San Diego: Academic Press, pp. 413-468, 1996.
- [16] M. Swain, y S. Lapkin, *Problems in output and the cognitive processes they generate: A step towards second language learning*. Applied Linguistics, 16(3), 371-391, 1995. doi:10.1093/applin/16.3.371
- [17] D. Hymes, *Two types of linguistic relativity*. In Bright W (Ed), Sociolinguistics. 114-158. The Hague, The Netherlands: Mouton, 1966. Available: <https://www.worldcat.org/title/sociolinguistics-proceedings-of-the-uclc-sociolinguistics-conference-1964/oclc/2164408>
- [18] M. Canale, y M. Swain, *Theoretical basis of communicative approaches to second language teaching and testing*. Applied Linguistics. 1980,1(1):1-47.
- [19] L. F. Bachman, *Fundamental considerations in language testing*. Oxford university press, 1990.

- [20] L. Q. Dong, "Beyond Reading: Vocabulary expansion and language use consolidation," presented at the 5th National VTTN ELT Conference, 2009. Retrieved from [www.britishcouncil.org/lam\\_quang\\_dong.doc](http://www.britishcouncil.org/lam_quang_dong.doc)
- [21] E. W. Stevik, *Memory, meaning and method*. Massachusetts: Newsbury House Publishers, 1976.
- [22] T. Hedge, *Teaching and learning in the language classroom*. Oxford: Oxford University Press, 2000.
- [23] M. H. Fallahzadeh, *A Survey of the students and interns' EFL writing problems in Shiraz University of Medical Science*. Asian EFL Journal: English Language Teaching and Research Articles, 9(3), 2007. Retrieved from Asian EFL Journal database
- [24] J. M. Harmon, y K. D. Wood, *Vocabulary teaching learning across disciplines*. Research Summary, 2008. Retrieved from <http://www.nmsa.org/Research/ResearchSummaries/VocabularyTeaching/tabid/1728/Default.aspx>.
- [25] A. Bruton, M. G. López, y R. E. Mesa, *Incidental L2 vocabulary learning: An impracticable term?* TESOL Quarterly, 45(4), 759-768, 2011. doi: 10.5054/tq.2011.268061
- [26] B. Laufer, y B. Rozovski-Roitblat, *Incidental vocabulary acquisition: The effects of task type, word occurrence and their combination*. Language Teaching Research, 15(4), 391-411, 2011. doi: 10.1177/1362168811412019
- [27] N. Shintani, *The effect of focus on form and focus on forms Instruction on the acquisition of productive knowledge of L2 vocabulary by young beginning-level learners*. TESOL Quarterly, 47(1), 36-62, 2013. doi: 10.1002/tesq.54
- [28] L. Arévalo, J. Del Valle, C. Ñancucho, R. Ortiz, y D. Quidel, *La enseñanza del idioma inglés a temprana edad: Su impacto en el aprendizaje de los estudiantes de escuelas públicas*. Revista De Comunicación Vivat Academia, XVII (129), 34-56, 2014.
- [29] P. Tejada, y A. Niebles, *Análisis de algunos factores socio-culturales en la enseñanza de un idioma extranjero*. Estudios Pedagógicos, XLII (Especial), 31-39, 2016.
- [30] D. Díaz, *Factores de dificultad para el aprendizaje del inglés como lengua extranjera en estudiantes con bajo rendimiento en inglés de la Universidad Icesi*. Santiago de Cali: Universidad ICESI - Centro de recursos para el aprendizaje, 2014.



## Preferencias en Modalidades de Clases y sus Herramientas

### Preferences in Class Modalities and their Tools

**Karla Aguilera Moreno**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
karamore@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0003-0811-6887

**Génesis Quiroz Calderón**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
gquiroz@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0002-9153-8222

**Elizabeth Elizalde Ríos**

Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Guayaquil, Ecuador  
eselizal@espol.edu.ec  
Orcid: 0000-0001-9763-4306

**Resumen**— El uso de las pizarras virtuales, hoy en día, es una forma de tecnología de la información y comunicación muy utilizada para impartir conocimiento; de igual manera, existen diferentes plataformas que combinan la implementación de la pizarra virtual con juegos educativos. Esto es muy útil sobre todo en la educación en línea en donde ha tenido un incremento en los últimos años. El objetivo de este estudio es comparar el método de educación tradicional y la digital causado por la emergencia del Covid19, con el fin de conocer las ventajas de las herramientas digitales en el proceso de aprendizaje de niños del nivel básico inicial de la provincia del Guayas. Además, identificar la efectividad de estas herramientas y establecer su importancia. Se utilizó un enfoque metodológico filosófico pragmático y el método mixto que combina los métodos cualitativos y cuantitativos. Los resultados de esta investigación señalan que la mayoría de los sujetos tienen preferencia por la modalidad digital, sin embargo, existen varias dificultades que provocan cierto rechazo a utilizar este método.

**Abstract**— Nowadays, the employment of virtual whiteboards is a widely used information and communication technology to impart knowledge; similarly, there are various platforms that combine the implementation of the virtual whiteboard with educational games. This is very useful especially in online education which has had an increase in recent years. The objective of this study is to compare traditional and digital education methods caused by the Covid19 emergency, to know the advantages of digital tools in the learning process of children in Initial Basic Level in the Guayas province. Also, to identify the effectiveness of those tools and establish their importance. A pragmatic philosophical methodological approach and the mixed method were used, combining qualitative and quantitative methods. The results of this research indicate that most of the subjects prefer the digital modality, however, there are several difficulties that cause certain rejection to use this method.

**Palabras Clave:** Pizarras virtuales, Tecnología, Educación, Juegos.

**Keywords:** Virtual whiteboards, Technology, Education, Games.

---

**Enviado:** 29/09/2020

**Aceptado:** 04/11/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Metodología, III Resultados y Discusión, IV Conclusiones.

**Como citar:** Aguilera, Karla., Quiroz, Génesis., Elizalde, Elizabeth. (2020). Preferencias en Modalidades de Clases y sus Herramientas. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/771>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/771>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.771>

## I. INTRODUCCIÓN

### A. Antecedentes

En el más reciente boletín epidemiológico que ofrece el Ministerio de Salud [1], se establece que Ecuador tiene 135.749 pacientes con coronavirus comprobados por medio de la prueba del PCR. En Guayas, se encuentran 20.365 de los casos encontrados en Ecuador. Debido a la pandemia mundial del virus COVID19, los planteles estudiantiles han cerrado sus puertas y han empezado una etapa de educación a través del Internet. Para el caso del Ministerio de Educación, el programa Aprendamos juntos en casa delineó las guías para el trabajo de los profesores para el año lectivo 2020 [2]. En Ecuador, las instituciones educativas se encuentran divididas según su sostenimiento, en 12.409 (76,06%) instituciones fiscales, 552 (3,41%) instituciones fiscomisionales, 115 (0,71%) municipales y 3.124 (19,28%) particulares [3].

El objeto de estudio se centra en la región Costa, provincia del Guayas, donde 1.567 instituciones son fiscales, 34 fiscomisionales, 13 municipales y 1.043 particulares, con 1'076.446 estudiantes y 46.948 docentes para toda la provincia [3].

En el contexto de pandemia, la modalidad de clases en línea no es una opción, sino la regla. Enrique Dans [4] habla de que la educación, a través del internet ya sea de modo parcial o completa, ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años. Esta situación ocurre porque es más fácil y efectivo transmitir determinados tipos de conocimientos en la modalidad en línea, específicamente aquellos que necesitan una interacción entre profesor-alumno o entre alumnos [5]. Si bien esto aplica para estudiantes autónomos, el panorama varía para los niños más pequeños que requieren control parental, pues se hace más evidente la limitación de infraestructura y recursos en los procesos de enseñanza-aprendizaje, como la habilidad de escritura, al restar afectividad, tiempo y práctica a la incorporación de estas herramientas [6].

Tanto en los ámbitos teórico y práctico, han surgido muchas dudas respecto al uso de estas herramientas en la educación, debido a que, para muchas instituciones y docentes representan un reto. Sin embargo, es labor de las instituciones y los docentes estar a la vanguardia de los cambios y nuevas tecnologías disponibles para poder aprovecharlas y usarlas a favor de los alumnos y de ellos.

A medida que la red se actualiza con tendencias y los alumnos cambian su manera de relacionarse con su ambiente, los esquemas y plataformas educativas también deberían hacerlo [5].

Ahora que las instituciones académicas han cerrado su infraestructura física, los profesores deben buscar una manera de atraer la atención de sus alumnos, día a día en sus clases virtuales. En esta nueva modalidad se resalta la creatividad y mayor preparación de las partes involucradas: maestros y estudiantes. La directora de la International School, Mercedes Sánchez afirma que:

*“La educación virtual nunca igualará a la presencial, sin embargo, el compromiso adquirido puede lograr grandes cambios y el que quiere, puede. (...) Sea la educación virtual o presencial, lo*

*importante es atravesar esta adversidad superando los obstáculos y nunca descuidando la calidad.” [7]*

Unos de estos ápices para desarrollar la creatividad son las pizarras digitales en línea. Desde el 2016 han existido varios artículos [8] recomendando esta herramienta a estudiantes. Su objetivo inicial fue realizar trabajos en grupo. Estas son descritas como necesarias para compartir ideas libremente, ya que, cuando se realiza trabajos en equipo en la modalidad presencial, muchas veces falta el sentido del orden. A su vez, sirven para dibujar con pinceles y lápices digitales y se asemeja a una pizarra normal. También las utilizan para ubicar los puntos principales de una sesión de clases, o ideas emergentes. No es utilizada como una única forma de dar clases, sino como un recurso del e-learning.

También, un recurso novedoso que se está utilizando para la educación en línea es la inserción de los juegos educativos [9]. Tienen en común la pizarra virtual, el uso de una pantalla digital, en donde actúan como medio de aprendizaje ya que los usuarios pueden adquirir conocimiento al interactuar con estos [10]. Los juegos educativos contienen elementos de motivación necesarios para captar la atención de los usuarios, que, junto a los objetivos de aprendizaje, son un resultado de las actividades que se realizan en la dinámica del juego. En este tipo de juegos existen características y contextos de uso, que se pueden modificar para que se vuelvan más efectivos a la hora de cumplir el objetivo de enseñanza, debido a que cada usuario tiene diferentes preferencias en cuanto a lo visual y a lo didáctico [11].

### B. Justificación

En el contexto académico y tecnológico actual, los profesores se encuentran en un nuevo medio, en un nuevo ciclo del aprendizaje, en donde las nuevas tecnologías están en auge y deben motivarse a ser manejadas. La creatividad e independencia es un eje fundamental que se maneja en esta área [12]. Harold Villalva Melgar, investigador tecnólogo, explica sobre la situación actual, no solo en general, sino también en el sector educativo:

*“Durante este confinamiento mundial las tecnologías y el Internet han sido herramientas muy útiles a la hora de hacer teletrabajo, capacitaciones, transacciones, pedidos de alimentos e insumos, reuniones de familiares y amigos, entre otras actividades. En el área escolar se ha masificado el uso de las aplicaciones de videoconferencia ante la necesidad y adaptación para este nuevo cambio y aún más en nuestro medio que era totalmente desconocido o poco usada.” [12]*

Por ende, las modalidades de enseñanza han cambiado, como el paso a la modalidad en línea, que utiliza dispositivos como medio de comunicación, para la cual los maestros deben prepararse y no perder la atención de los estudiantes.

Una de las herramientas utilizadas en esta modalidad son las pizarras digitales, que provocan interacción y un cambio total en el dinamismo de la clase. Así señala un



ingeniero en sistemas y capacitador a profesores, Stalin Ludeña:

*“También hay otras como las pizarras digitales. Por ejemplo, un profesor de Ciencias Naturales quiere explicar algo sobre el esqueleto humano, tú pones la imagen y la compartes con todos los alumnos, y tú como maestro vas a decir: ‘Quién me puede explicar en qué parte del esqueleto humano está el fémur’; entonces, en línea, automáticamente el alumno lo va a hacer y a compartirlo con todos, va a indicar dónde está ubicado.”* [13]

Las herramientas digitales, propias de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), se ejecutan con ayuda del profesor en el aula. En estudios realizados sobre el uso de estas herramientas en la educación para niños, la recepción del nivel de conocimiento ha sido considerado como bueno, pudiendo mejorar la curva de aprendizaje de la herramienta [14].

Por lo que es primordial la investigación sobre estas herramientas innovadoras para poder conocer las diferencias que causan en el aprendizaje de niños, en comparación con los métodos tradicionales de elaborar una clase.

### C. Problema

Los niños que están asistiendo a la educación formal, en un entorno de aislamiento, son parte de una generación tecnológica, por lo que los métodos tradicionales podrían no ser totalmente efectivos a la hora de impartir conocimientos por parte de los docentes. Los juegos educativos online en conjunto a las pizarras digitales se presentan como posibles herramientas de aprendizaje que romperían el molde tradicional y mejoraría la eficacia del aprendizaje en los niños.

En el caso de la problemática, esta investigación se enfoca en las ventajas y desventajas de este tipo de herramienta tecnológica y digital, su aplicación en juegos interactivos frente a otros métodos tradicionales, y cómo se podrían utilizar para la ejecución de una clase más interactiva y efectiva [15].

### D. Objetivos

#### 1) Objetivo General

- Determinar las ventajas de las herramientas digitales en el proceso de aprendizaje de niños del nivel básico inicial de la provincia del Guayas, en comparación a los métodos tradicionales, para la comprensión de resultados.

#### 2) Objetivos Específicos

- Identificar la efectividad de las herramientas digitales para el análisis de casos en niños que cursan el nivel básico inicial.
- Establecer la importancia de las herramientas digitales con carácter lúdico para su implementación en la educación de niños del nivel básico inicial.

### E. Pregunta de Investigación

¿Cuáles son las ventajas que tienen las pizarras virtuales que se utilizan en juegos interactivos en el proceso de aprendizaje de niños de nivel básico inicial de la provincia del Guayas, frente a los métodos tradicionales?

## II. METODOLOGÍA

### F. Estado del Arte: Juegos Educativos

Según los autores Carro, Breda y Castillo [11], la unidad básica de un juego educativo es la actividad, que se puede desarrollar exitosamente mediante la identificación de objetivos (conocimiento final que adquiere el usuario), tipo (educativa / no educativa) y dificultad (fácil/difícil).

Por ejemplo, *ÁrbolABC.com*, una página web que contiene gran diversidad de juegos educativos divididos en categorías de edades, con un diseño visual adecuado para llamar la atención de niños que cursan la educación primaria, también existe material extra para que los niños se diviertan desarrollando distintas destrezas. Los juegos educativos se vuelven didácticos y funcionales si el estudiante o usuario tiene participación directa con el material de estudio, es por esto por lo que las pizarras virtuales juegan un papel importante a la hora de obtener un modelo de juego educativo ideal, y ese es el tema en el que se enfoca esta investigación [16].

Las áreas involucradas en su desarrollo y utilización son: la educativa, tecnológica y de diseño. Estas justifican la aplicación de las pizarras, y su impacto es una de las aristas de este proyecto, ya que están directamente involucrados los estudiantes, profesores y centros educativos. Los niños están expuestos a la tecnología y se empiezan a relacionar con esta desde temprana edad. En el área de diseño, se involucra a los diseñadores gráficos en la creación y análisis de composiciones visuales efectivas en las pizarras digitales y juegos para propiciar mejores resultados en la interacción del estudiante con los temas educativos [17].

Por medio de la investigación en el diseño, Findeli [18] indica que esta aporta a desarrollar los conocimientos en áreas como la informática, diseño de aplicaciones digitales, y principalmente ciencias naturales y sociales, estas últimas son materias impartidas a los estudiantes de educación primaria.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) han sido utilizadas con tres diferentes objetivos en los ambientes de aprendizaje:

- Apoyar la transmisión de mensajes a los estudiantes por medio de tutoriales, ejercitadores y sitios web informativos
- Apoyar el aprendizaje activo mediante la experimentación con los objetos de estudio a través de simuladores de procesos.
- Facilitar la interacción para aprender mediante juegos en red colaborativos, mensajería electrónica, correo electrónico, foros, video o audio conferencia [19].

Por otra parte, Fouts [20] clasificó a las TICs de acuerdo con sus propósitos educativos. Los cuales son: Enseñar, practicar y ejercitar, simular, resolver problemas y elaborar

productos, proveer acceso a la información, y servir como medio de comunicación con otras personas.

Las pizarras virtuales se han convertido en una forma de TIC [21] para impartir conocimientos. Su desarrollo y aplicación en los juegos educativos infantiles ha permitido que el desenvolvimiento y comprensión estudiantil aumente, así también el interés de los escolares en otras áreas del conocimiento. Así mismo, el uso y manejo de estas ha provocado que el profesorado adquiera nuevas habilidades. Para esto es necesario un correcto diseño de los juegos educativos y que el GUI (*Graphical User Interface*, por sus siglas en inglés) cumpla con los principios del diseño que son: la familiaridad del usuario, interfaz uniforme, mínima sorpresa, recuperación de estados, guía de usuarios, diversidad de usuarios, adoptar el punto de vista del usuario, realimentación, potenciar la sensación de control del usuario sobre el sistema, minimizar la necesidad de memorización, anticipación, percepción de color y tamaño, legibilidad, valores por defecto y eficiencia.

#### G. Educación Tradicional y Nuevas Tecnologías

El mundo se está transformando, y el sistema educativo debe adaptarse al avance que ha tenido la sociedad, los conocimientos y las nuevas tecnologías. La Organización Mundial de la Salud (OMS) diferencia entre el tiempo que el niño pasa solo frente a la pantalla y el tiempo que pasa frente a una pantalla realizando alguna actividad tranquila que ayude en su desarrollo intelectual, a este tiempo lo llaman “tiempo de calidad”. Sin embargo, según la OMS se recomienda que los niños entre dos y cinco años no pasen más de una hora frente a una pantalla y que este tiempo, frente a la pantalla, sea de calidad [22].

En una entrevista realizada por Myriam López para la revista *Kindsein* en 2007, Schank dice que: “El sistema educativo que tenemos hoy y que ha seguido invariable desde hace años se puede resumir de la siguiente manera: un profesor entra en clase y habla. Los alumnos, como mucho toman apuntes y como no pueden recordar lo que se les dijo, les hacen exámenes. Pero poco después de hacer los exámenes lo olvidan todo” [23]. Si ahora mismo se les tomara el examen de historia que rindieron en años anteriores no podrán aprobarlo. Una razón de esto es que la educación tradicional tiene como objetivo que los estudiantes aprueben sus exámenes y tengan buenas notas. Hoy en día los estudiantes tienen intereses diferentes y aprenden de una forma más interactiva, por lo que es preciso modificar estos métodos tradicionales [23].

Es importante recordar que todos tenemos estilos diferentes de aprendizaje, por lo que estas nuevas tecnologías ayudan a crear micro mundos, en donde el alumno tiene estas herramientas que puede utilizar independientemente, permitiendo así que se involucre en su propio proceso de enseñanza. Según Robinson [24], como desventaja hay que recalcar, que esto supone, cambios en las funciones cognitivas, en el objetivo del aprendizaje y además de la constante capacitación de los profesores en el área tecnológica, así como tener la disponibilidad de insumos tecnológicos. El componente más favorecedor pero desventajoso de esta modalidad, es que su éxito recae en la integración adecuada de la

tecnología en el plan de estudio. Ecuador, siendo un país en vías de desarrollo, aún no está preparado para esto debido a la carencia que existe tanto en equipos tecnológicos, como en el conocimiento para el uso de estas herramientas.

#### H. Estado del Arte: Casos de estudio

Siguiendo el lineamiento de entender más sobre el tema, se presenta como un ejemplo, el caso de estudio de la Universidad de Otavalo. En el cual, se realizó encuestas a 25 docentes y a una muestra estratificada de los estudiantes sobre el uso de pizarras digitales. En esta, se obtuvieron los siguientes resultados: las pizarras digitales sí optimizan el tiempo de enseñanza según el profesor, pero se muestra una sobreestimación leve de parte de los profesores en el beneficio del entendimiento del tema y el aumento de la interacción en clase, en comparación a la obtenida por los estudiantes. Además, según profesores, estas herramientas sí promueven la innovación didáctica [25].

Otro caso de estudio que trata de demostrar la autoeficacia y motivación de estas herramientas se dirigió a estudiantes con discapacidad en un rango de edad de 6 a 21 años. Este caso constituyó un estudio fenomenológico y de observación, en donde, al usar pizarras digitales, en conjunto a juegos didácticos, se mostró un mayor grado de atención, mayor motivación y disfrute de actividades. Esto se corrobora porque se grabaron los dos tipos de clases con los dos métodos: tradicional y digital, y se observó estas diferencias primordiales. También, se realizaron entrevistas, y se obtuvo resultados favorables en áreas de motivación, interacción y autoeficacia. En este caso, se remarcó la infinidad de recursos en línea, pero así su contraparte de la necesidad de tener la disponibilidad de herramientas tecnológicas y profesores capacitados [26].

Se puede comprender más sobre el tema, gracias a estos casos de estudio de cómo profesores de educación básica empezaron a insertar el uso de pizarras digitales en sus clases. Estos estudios resaltan la importancia del constante aprendizaje del profesor sobre estas herramientas, en donde, ellos son los agentes del cambio en la clase y en los estudiantes. En el estudio del 2010, participaron tres profesores por medio de grabaciones de sus clases por dos a tres horas, así como en observaciones no participativas, entrevistas y apuntes. En conclusión, se elaboró un estudio exhaustivo sobre las herramientas utilizadas por los profesores y se encontró varias lagunas en el manejo de estas herramientas y la forma cómo las controlaban en su respectiva clase. Por medio de falla y error, preguntar a colegas, preguntar a los estudiantes para así desarrollar su perspectiva crítica de las situaciones, se llegó a la conclusión de que se necesita un reforzamiento constante a los profesores para que las pizarras digitales tengan el efecto positivo deseado [27].

#### I. Enfoque Metodológico

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un enfoque metodológico filosófico pragmático y el método mixto, el cual tiene como principal característica la combinación de los métodos cualitativos y cuantitativos. La unión de estos métodos permite obtener conocimiento que no se podría obtener en forma separada, pues relaciona

criterios y descriptores obtenidos por las herramientas aplicadas.

El método mixto permite que el investigador tenga mayor confianza en los resultados obtenidos [28], ya que, al combinar ambos métodos, los resultados de uno se pueden complementar con los resultados del otro método. Obteniendo respuestas más significativas y que aportan más en la comprensión del fenómeno estudiado.

Se escogió este método por ser el que mejor se adapta a las necesidades de la investigación. Los datos cuantitativos obtenidos permiten identificar la relación que existe entre las variables cuantificadas, Por otro lado, los datos cualitativos recolectados facilitan el proceso de entender e identificar las realidades que son datos más profundos.

#### J. Herramientas, Recolección y Análisis de Datos

Debido al enfoque de esta investigación y con el fin de obtener los mejores resultados posibles, se planificó utilizar dos estrategias de recolección de datos, uno basado en el método empírico [29] y otro en el estadístico [30]. Estas estrategias fueron aplicadas a la muestra de 55 estudiantes que cursan la educación primaria y a 24 profesores, que se seleccionaron de acuerdo al criterio que asistan o enseñen en los niveles básicos iniciales de instituciones educativas. Los sujetos fueron ubicados por teléfono y referencias personales. Se aplicaron estas estrategias, debido a que ellos son los que proporcionarían información relevante para la investigación.

Siguiendo el método empírico se hizo uso de entrevistas como herramienta para recolectar los datos. Se realizó una entrevista semiestructurada ya que se les dio la posibilidad a los entrevistados para que pudieran expresar su punto de vista libremente. Para las entrevistas, los sujetos seleccionados fueron veinticuatro profesores de diferentes instituciones educativas. Estas entrevistas por medios y plataformas virtuales demostraron la verdadera postura de los profesores sobre la implementación de esta herramienta digital en las aulas de clases, además permitieron entender cuál es el impacto que tiene esta herramienta en el aprendizaje de los niños.

Por otro lado, siguiendo el método estadístico se diseñaron encuestas. Con el fin de obtener resultados adecuados se realizaron dos modelos de encuestas. En la encuesta dirigida a los profesores se les preguntó sobre las herramientas digitales que utilizan para sus clases y cuáles son sus ventajas. Se encuestó a veinticuatro profesores en total. Esta encuesta estaba compuesta de preguntas cerradas y siguiendo las siguientes escalas: dicotómicas, ordinal politómica, continua y nominal politómica. Realizar las preguntas siguiendo estas escalas permitió realizar la cuantificación de los datos de una manera más fácil ya que los datos son exactos.

En cuanto a la encuesta dirigida a un total de cincuenta y cinco niños, se les preguntó sobre el uso de las herramientas digitales y el impacto que tiene sobre su aprendizaje. La encuesta estaba compuesta de preguntas cerradas y con las siguientes escalas: dicotómicas, ordinal politómica y nominal politómica. Estas preguntas estaban redactadas de forma que los niños pudieran entenderlas con facilidad. Sin embargo, la participación de los padres de familia fue vital para la aplicación de la herramienta.

Al finalizar con el proceso de recolección de datos se procedió a analizar la información obtenida. Las entrevistas proporcionaron términos claves que permitieron realizar un análisis profundo sobre el tema y conocer las opiniones de los sujetos. Las encuestas por otra parte brindaron datos estadísticos que permitieron categorizar las variables y cuantificar los resultados. Al finalizar, se comparó las respuestas obtenidas entre ambos métodos y se determinó criterios en la conclusión.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al utilizarse el método mixto, se obtuvo algunos resultados de dos áreas. Por una parte, las entrevistas a docentes y, por otra parte, las encuestas a estudiantes y docentes.

#### K. Entrevistas

Las entrevistas fueron realizadas a docentes por medio de las plataformas de Zoom y WhatsApp. En esta sección, se detalla acotaciones realizadas por los diferentes profesores, asociadas a términos generales para su mayor entendimiento. Ver TABLA I

TABLA I  
VENTAJAS SEGÚN PROFESORES

| Términos      | Citas   |
|---------------|---|
| Facilidad     | <p>“Nos facilita que ellos entiendan muchas cosas que tal vez pueden ser difíciles de entender”.</p> <p>“Característica como la accesibilidad, bajo costo y fácil manejo son las que harán de los recursos digitales una herramienta dinámica”.</p>   |
| Interacción   | <p>“Son herramientas que me han facilitado bastante las sesiones de clases, me han permitido tener una buena interacción con los estudiantes”.</p> <p>“Entonces para ellos es ameno contar con los recursos digitales porque es una forma interactiva de implementar en los estudiantes el aprendizaje perdurable”.</p> <p>“Los estudiantes han mostrado mayor nivel de interacción entre ellos”.</p> |
| Dinamismo     | <p>“La clase sea divertida y más dinámica para ellos”.</p>  |
| Entendimiento | <p>“Los niños se adaptan muy bien al tema virtual”.</p> <p>“Los niños aprenden por lo visual”.</p>  |
| Aprendizaje   | <p>“Los niños aprenden por lo visual”.</p>  |
| Creatividad   | <p>“La creatividad es un factor importante al momento de idear una clase”.</p>  |

Se entiende que el uso de esta herramienta facilita la interacción con los estudiantes, pues el proceso de aprendizaje es muy dinámico, además fomenta su creatividad y les permite ser más autónomos. Los estudiantes tienen una mayor comprensión de los conocimientos impartidos por el docente cuando se

implementa esta herramienta dentro de las clases. Ver TABLA II

TABLA II  
TIPOS DE JUEGOS MÁS UTILIZADOS EN CLASE

| Términos    | Citas  |
|-------------|--|
| Arte        | “Los ejercicios relacionados a cultura artística”.   |
| Música      | “Los de encontrar las parejas de palabras o figuras y las dinámicas musicales”.<br>“Los ejercicios que tienen gráficos o los que usan sonidos en las imágenes”.  |
| Lenguaje    | “Los de encontrar las parejas de palabras o figuras y las dinámicas musicales”.<br>“Les gusta leer el contenido de las fichas porque justamente recién están aprendiendo a leer, a escribir manuscrito y con el teclado, entonces son muy activos con la lectura”. |
| Visuales    | “Los ejercicios que tienen gráficos o los que usan sonidos en las imágenes”.   |
| Interacción | “Juegos en los que tengan que interactuar, en donde nosotros preguntemos cosas que ellos puedan asociar fácilmente”.   |

Los juegos son una buena herramienta para que los niños aprendan de una forma divertida, los tipos de juegos por el que los estudiantes se sienten más atraídos son aquellos que tienen una interfaz interactiva y que están relacionados con el arte, música y que sean visualmente estéticos. Ver TABLA III

TABLA III  
DESVENTAJAS SEGÚN PROFESORES

|                 |  |
|-----------------|--|
| Dificultad      | “Mayor dificultad es la falta de equipos tecnológicos, conexión y falta de apoyo de los padres. No repaso entre alumnos”.  |
| Desconocimiento | “La falta de recursos y de conocimiento entorpece grandemente la educación por el medio digital, como docente estamos acostumbrados más a lo tradicional y el desconocimiento del uso de herramientas ha sido el factor determinante para entorpecer nuestro trabajo”. |
| Costumbre       | “La falta de recursos y de conocimiento entorpece grandemente la educación por el medio digital, como docente estamos acostumbrados más a lo tradicional y el desconocimiento del uso de herramientas ha sido el factor determinante para entorpecer nuestro trabajo”. |
| Dependencia     | “Los estudiantes no son independientes”.   |
| Accesibilidad   | “Deberían ser las herramientas accesibles para toda clase social, en estos momentos solo grandes instituciones de elite tienen el acceso que debe ser para todos y no para un sector en específico”.   |

Los comentarios que más se repiten en la aplicación de esta pregunta, indican que las dificultades a la hora de

utilizar este tipo de herramientas son la falta de recursos y conocimientos sobre su uso, ya que en Ecuador no son métodos que se acostumbren a utilizar. Ver TABLA IV

TABLA IV  
TIPOS DE JUEGOS MÁS UTILIZADOS EN CLASE

|              |  |
|--------------|--|
| Complemento  | “Considero que ambas se complementan, lo digital y tradicional juntos son el método ideal”.  |
| Adaptación   | “Para trabajar con mis niños de 5-6 años prefiero el tradicional porque resulta mejor que la maestra esté presente con el estudiante”.<br><br>“Considero que como docente debemos adaptarnos a todo, debemos buscar la manera de que el niño aprenda, en este mundo que cada día va evolucionando debemos estar listos para lo que venga”. |
| Empatía      | “Preferiría la educación tradicional ya que por este medio puedo tener una empatía directa con el alumno, el saber cuáles son los puntos clave para llegar a él y el conocimiento adquirido perdure”.  |
| Conocimiento | “Preferiría la educación tradicional ya que por este medio puedo tener una empatía directa con el alumno, el saber cuáles son los puntos clave para llegar a él y el conocimiento adquirido perdure”.  |

Aunque el método tradicional ayuda a que los docentes desarrollen empatía con los estudiantes más fácilmente, los métodos digitales complementan el desarrollo interactivo y dinámico de una clase.

#### L. Encuestas

##### 1) Niños

Nuestra consigna de encuesta se basó en conocer los criterios de los niños (n=55) acerca de los métodos tradicionales y digitales de dar la clase, así como su actitud sobre las pizarras digitales en conjunto a los juegos. En la Fig.1 Podemos notar que el 87% conoce juegos educativos, mientras que el 13% no.

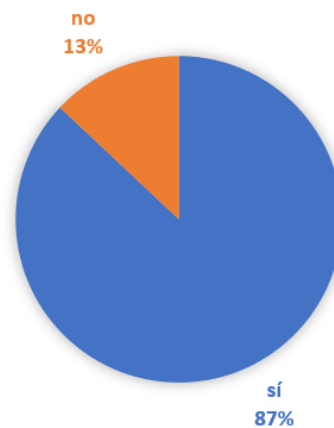


Fig. 1 Gráfico de pastel sobre conocimiento de juegos educativos

Siendo la Fig. 2, que muestra la materia que desearían aprender más con esta modalidad, el área de Matemáticas (38%), Inglés (27%), y Ciencias con un 18%.

### Materias que les gustaría aprender mediante juegos virtuales

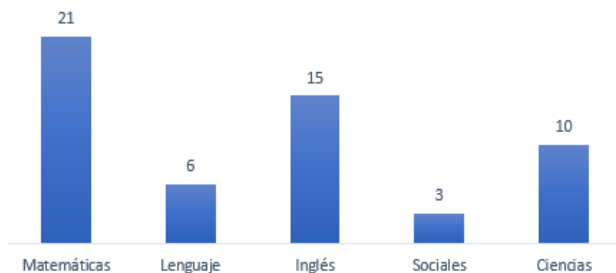


Fig. 2 Gráfico de columnas sobre preferencia de materias en juegos educativos

En la Fig. 3, se puede ver que, aunque el 65% de niños no han recibido clases con pizarras digitales, consideran que son muy útiles y fáciles de usar, pues los ayudaría a motivarse durante sus clases.

### CLASES CON PIZARRAS DIGITALES

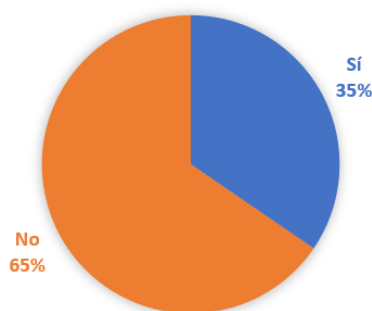


Fig. 3 Gráfico de pastel sobre clases con pizarras digitales

Así mismo, prefieren en general, clases que tengan este tipo de nueva modalidad para romper el molde de las clases tradicionales del día a día. Siendo un 84% quienes prefieren las clases digitales con nuevas tecnologías como las pizarras virtuales, independiente si son en línea o presenciales, que a una clase con pizarra normal (Fig. 4).

### Preferencia de clases

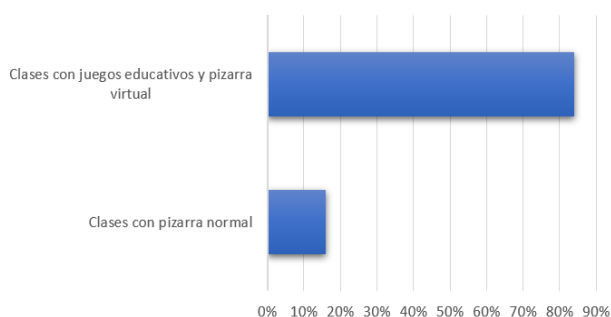


Fig. 4 Gráfico de barras sobre preferencia de modalidad de clases

### 2) Profesores

En las encuestas a profesores, se puede notar que el 96% sí conocen las pizarras digitales y piensan que optimizan la clase y promueven la participación. Pero se encuentran en un conflicto, al dudar del manejo adecuado de la herramienta. Ver Fig. 5

### CONOCIMIENTO DE EXISTENCIA DE PIZARRAS VIRTUALES

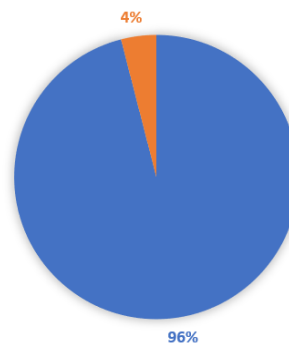


Fig. 5 Gráfico de pastel sobre conocimiento de pizarras virtuales

En la Fig. 6, se muestra que existe división en los porcentajes del uso de las pizarras. La mitad de los profesores no se sienten muy seguros al usar estas herramientas digitales. Interpretando los datos con los obtenidos en la entrevista, uno de los factores influyentes pudiese ser la curva de aprendizaje, propia de la edad de los docentes.

### Uso de pizarras

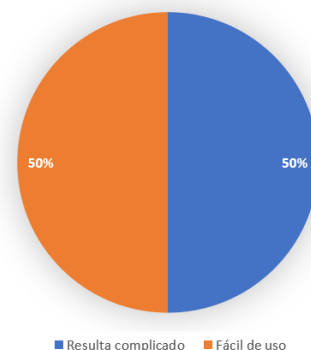


Fig. 6 Gráfico de pastel sobre uso de pizarras virtuales

El 42% de los profesores comentan que este tipo de herramienta llega a comunicar hasta un 4 sobre 5 puntos de excelencia de comunicación en el área de los objetivos de la clase, mientras el 38% establece que llega a un 5 sobre 5 puntos de excelencia de comunicar los objetivos de la clase, dejando un aprendizaje de medio a alto. Así como los niños, los profesores prefieren el método digital para poder desarrollar sus clases, con el 17% prefiriendo el método tradicional. Ver Fig. 7

### Preferencia de métodos

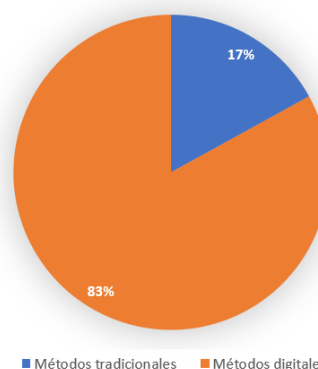


Fig. 7 Gráfico de pastel sobre preferencia de modalidad

Finalmente, en la Figura 8, se puede ver que solo la mitad de quienes contestaron las encuestas conoce juegos en conjuntos de pizarra y por medio de una pregunta abierta, resalta la consistencia de la herramienta Kahoot.

### CONOCIMIENTO EN EXISTENCIA DE JUEGOS CON PIZARRAS VIRTUALES

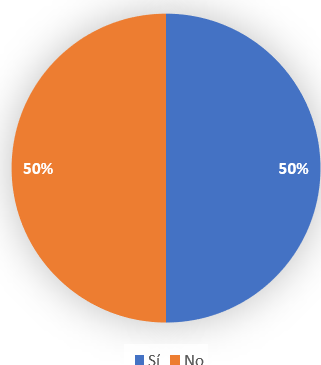


Fig. 8 Gráfico de pastel sobre uso de juegos educativos más pizarras virtuales

#### IV. CONCLUSIONES

Esta investigación fue realizada con el propósito de conocer la opinión y criterio de estudiantes y profesores en las modalidades de planificar y dictar clases. Se destaca que la mayoría de los profesores, tanto en entrevistas como en las encuestas afirma que el método tradicional y el método digital deben ir de la mano, ya que estamos en un mundo cambiante, en donde, predomina el componente tecnológico.

Las clases siempre deben ir más allá, debido a que, en la sociedad actual, lo visual predomina al momento de la enseñanza. Además, aplicado en el contexto de la situación actual del Covid19, esta forma de ofrecer clases ayuda a romper el molde del día a día de una clase virtual. Así mismo, las clases deben desarrollarse de manera interactiva en donde el alumno pueda demostrar lo aprendido por medio de juegos, gráficos y demás.

La mayoría de los profesores conocían las pizarras virtuales, pero la mitad no incorporaba juegos en esta, y se sentían inseguros al utilizar la herramienta, ya que, sitúan las clases como impredecibles, debido a las eventualidades como el tiempo insuficiente para realizar todas las actividades planeadas y la pérdida de conectividad de Internet que realiza un corte en el flujo de la clase. En cambio, los niños conocen juegos educativos, pero solo el 35% ha recibido clases con pizarras digitales. Aun así, ellos prefieren esta herramienta, y se sentirían motivados si los profesores la utilizarán más en sus clases. También, piensan que es de fácil uso e interacción y desearían que fueran implementadas en materias como matemáticas, lenguaje, ciencias e inglés. La diferencia de confianza en el uso de las pizarras es parte de la brecha tecnológica que existe entre las generaciones de estudiantes-profesores, aunque los profesores afirman estar preparados constantemente para cada clase. Utilizar otra forma de enseñanza en una clase virtual requiere de mucho esfuerzo y ayuda de los mismos estudiantes para que funcione.

Por ende, las pizarras virtuales se convierten en una herramienta completa y de gran ayuda a la hora de impartir conocimientos, tanto durante las clases sincrónicas como asincrónicas, en modalidades que requieren elementos lúdicos o de control de conocimientos formales, aplicables a niños de primeros años de escolaridad. Se vuelven un aliado en el desarrollo de actividades en el entorno de aislamiento que están experimentando los niños.

A través de las encuestas realizadas se dedujo que estas herramientas digitales deben ser de fácil acceso y manejo, tanto para estudiantes como para docentes. Así, como también debe existir la debida capacitación sobre su incorporación en la construcción de objetos de aprendizaje. Logrando estos aspectos predominantes, se podrá obtener buenos resultados en la enseñanza de los niños de educación básica.

#### RECONOCIMIENTOS

Este trabajo forma parte de una investigación realizada en el marco de la materia “Investigación Aplicada al Diseño” de la Facultad de Arte Diseño y Comunicación Audiovisual de la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, dictada y en colaboración con la Ph.D. Nayeth Solórzano como editores. Los autores de este artículo también desean expresar su agradecimiento. A los estudiantes Melanie Almeida, Sara Morante y Joselyn Vásquez del grupo de trabajo que colaboraron en el levantamiento de información. A docentes que participaron en las entrevistas realizadas, así como los padres de familia con sus hijos que participaron en las encuestas sobre esta investigación.

#### REFERENCIAS

- [1] M. d. S. Pública, “Boletines epidemiológicos coronavirus por semanas,” Sep. 29, 2020. [Online]. Available: <https://www.salud.gob.ec/boletines-epidemiologicos-coronavirus-por-semanas/>
- [2] M. d. Educación, “Plan Educativo ‘Aprendamos juntos en casa’,” Sep. 29, 2020. [Online]. Available: <https://educacion.gob.ec/plan-educativo-aprendamos-juntos-en-casa>
- [3] M. d. Educación, “Visualizador Estadístico,” Sep. 29, 2020. [Online]. Available: <https://educarecuador.gob.ec/visualizador-estadistico/>
- [4] E. Dans, “Enrique Dans,” 2020. [Online]. Available: <https://www.enriquedans.com/2020/04/la-ensenanza-online-ya-no-es-una-opcion.html>. [Accesed: Nov. 03, 2020].
- [5] E. Dans, “RUSC University & Knowledge Sociel Journal,” Feb. 2009. [En línea]. Available: <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v6i1.26>. [Accesed: Jun. 23, 2020].
- [6] F. G. Barrio and V. Ballesteros Ávila, “El uso de herramientas 2.0 como recursos innovadores en el aprendizaje de niños y niñas en educación infantil. Un estudio de caso de investigación-acción,” *EDUTEC: Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, n° 48, p. 11, Junio 2014.
- [7] X. A. Rodríguez, “Ventajas y desventajas de las clases virtuales,” *El Telégrafo*, Jun. 17, 2020. [Online]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/clases-virtuales>
- [8] C. X. Banchón Nieto, “Beneficios de estimulación cognitiva en niños con Síndrome de Down estudio a realizarse en Sociedad Ecuatoriana de Rehabilitación de los Lisiados (SERLI),” Guayaquil, 2020.
- [9] D. Melo-Solarte y P. Díaz, “El Aprendizaje Afectivo y la Gamificación en Escenarios de Educación Virtual,” *Información tecnológica*, vol. 29, n° 3, pp. 238-239, 2018.
- [10] M. Salazar, “De la tiza y la pizarra a las interacciones en el aula virtual,” 2017.

- [11] R. M. Carro, A. M. Breda, G. Castillo and A. L. Bajuelos, "Generación de Juegos Educativos Adaptativos," de III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, España, 2002.
- [12] Redacción, "La reinención de las reuniones en línea durante la pandemia," *El Universo*, Jun. 25, 2020. [Online]. Available: <https://www.eluniverso.com/larevista/2020/06/25/nota/7884183/reinencion-reuniones-linea-durante-pandemia> .[Accesed: 2020].
- [13] Redacción, «Alternativas para que docentes apliquen en la enseñanza virtual,» *El Universo*, Jun. 18, 2020. [Online]. Available: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/06/18/nota/7876098/alternativas-que-docentes-apliquen-ensenanza-virtual> .[Accesed: 2020].
- [14] F. G. Barrio and V. Ballesteros, "El uso de herramientas 2.0 como recursos innovadores en el aprendizaje de niños y niñas en educación infantil. Un estudio de caso de investigación-acción," *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa.*, n° 48, pp. 8-9, 2014.
- [15] M. Torres, "Coronavirus: Docentes adecúan las salas de sus casas en aulas virtuales," *Expreso*, May. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.expreso.ec/guayaquil/coronavirus-docentes-adecuan-salas-casas-aulas-virtuales-11627.html> .[Accesed: Jun. 12, 2020].
- [16] ÁrbolABC, "Portal Educativo para niños," *Rainbow Tree Inc*, 2020. [Online]. Available: <https://arbolabc.com/> .[Accesed: Jun. 12, 2020].
- [17] P. Torres and J. K. Cobo, "Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación," *Educere: La Revista Venezuela de la Educación*, vol. 21, n° 68, pp. 31-40, Jan. 18 2017.
- [18] A. Findeli, "Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research," *Academia.edu*, pp. 70-72, May. 2008.
- [19] A. H. Galvis, "Oportunidades Educativas de las TIC," *DocPlayer*, pp. 4-5, Jun. 2004.
- [20] J. T. Fouts, "Research on Computers and Education: Past, Present and Future," *CiteSeerX*, p. 60, Feb. 2000.
- [21] C. Chaparro, G. Escalante and E. Samacá, "Las TIC como estrategia didáctica dentro del proceso educativo de estudiantes universitarios sordos," *Cuidado y Ocupación Humana*, vol. 2, p. 9, 2019.
- [22] ONU, "Recomiendan que los niños no usen pantallas hasta los dos años," *UN News*, Apr. 24, 2019. [Online]. Available: <https://news.un.org/es/story/2019/04/1454801#:~:text=Los%20ni%C3%B1os%20menores%20de%20dos,mucho%20una%20hora%20al%20d%C3%ADa> .[Accesed: Aug. 2020].
- [23] M. López, "Los colegios no deberían existir," *Kindsein Magazine*, n° 21, Jun. 2007.
- [24] K. Robinson and L. Aronica, *El Elemento*, Segunda ed., Barcelona: Grijalbo, 2009.
- [25] R. Cala, L. I. Díaz, N. Espí and J. M. Tituaña, "El Impacto del Uso de Pizarras Digitales Interactivas (PDI) en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje. Un Caso de Estudio en la Universidad de Otavalo," *Scielo*, vol. 29, n° 5, 2018.
- [26] R. Rosas, C. P. Pérez-Salas and P. Olguín, "Pizarras Interactivas para un aprendizaje motivado en niños con parálisis cerebral," *Scielo*, vol. 36, n° 2, pp. 191-209, Sep. 2010.
- [27] J. S. Beach, "Interactive Whiteboard Transition: A Case Study," *TRACE Tennessee Reseach and Creative Exchange*, May. 2012.
- [28] J. Moscoso, "Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo," *Cadernos de Pesquisa*, vol. 47, n° 164, pp. 5-6, 2017.
- [29] N. D. Suárez-Montes, J. V. Sáenz-Gavilanes and J. M. Mero-Vélez, "Elementos esenciales del diseño de la investigación. Sus características.," *Dominio de las Ciencias*, vol. 2, n° 3, pp. 83-84, 2016.
- [30] G. Ledesma, L. Rodríguez, M. Lazo and M. D. L. M. Calderón, "Sistema de tareas docentes interdisciplinarias para contribuir al aprendizaje de los métodos estadísticos," *Gaceta Médica Espirituana*, vol. 18, n° 2, p. 5, 2016.





## Análisis del Nivel de Opacidad de la Flota de Buses Urbanos de la Cooperativa Uncometro S.A.

### Analysis of the Opacity Level of the Urban Bus Fleet of Cooperativa Uncometro S.A.

**David Avendaño**

Instituto Superior Tecnológico  
Luis Rogerio González  
Azogues, Ecuador

david.avendano@institutoscanar.ec  
Orcid: 0000-0002-1494-1181

**Mayra Salto**

Instituto Superior Tecnológico  
Luis Rogerio González  
Azogues, Ecuador

mayra.salto@institutoscanar.ec  
Orcid: 0000-0002-2987-8963

**Rómulo Astudillo**

Instituto Superior Tecnológico  
Luis Rogerio González  
Azogues, Ecuador

romulo.astudillo@institutoscanar.ec  
Orcid: 0000-0001-9001-5270

**Resumen**— El presente trabajo establece un análisis del nivel de opacidad de los buses urbanos de la flota de la Compañía UNCOMETRO S.A. basado en métodos de ensayo descritos en la normativa nacional (NTE INEN 2202, NTE INEN 2207 y la Ordenanza Municipal de la ciudad de Cuenca). Con ello, se determina el cumplimiento de un proceso de Revisión Técnica Vehicular (RTV) y el estado mecánico de la flota. En esta investigación se realiza la recolección de muestras en 24 unidades de transporte, midiendo el nivel de opacidad mediante el método de aceleración libre descrito en NTE INEN 2202, se comparan los resultados con los valores establecidos en la ordenanza municipal del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Cuenca, para la evaluación de los mismos, su coherencia con la realidad y el estado mecánico en el que se encuentra la flota de buses. Se levantan 157 mediciones de opacidad en las unidades de transporte citadas para que, a partir de esta base de datos, se realicen los análisis de la investigación. Finalmente, el desarrollo de este trabajo constituye una referencia para la redacción de una futura ordenanza municipal que aporte los rangos límite de opacidad del transporte público de la ciudad de Azogues.

**Palabras Clave:** Opacímetro, opacidad, bus urbano, emisiones.

**Abstract**— This work establishes an analysis of the opacity level of the urban buses that belong to the fleet UNCOMETRO S.A., based on test methods described in national regulations (NTE INEN 2202, NTE INEN 2207 and the Municipal Ordinance of Cuenca). The compliance of a Vehicle Technical Review (RTV, acronyms in Spanish) process and the mechanical state of the fleet are determined. In this research, samples are collected in 24 buses, measuring the opacity level by using the free acceleration method described in NTE INEN 2202. The results are compared with the values established in the municipal ordinance of the Decentralized Autonomous Government (GAD, acronyms in Spanish) of Cuenca, in order to determine if those values have coherence with the real and mechanical state of the buses. A total of 157 opacity measurements are taken in the mentioned transport units, so that, from this database, the research analyzes can be carried out. Finally, the development of this research constitutes a reference for the future drafting of a municipal ordinance that provides the opacity limit ranges of public transport in the city of Azogues.

**Keywords:** Opacimeter, opacity, urban bus, emissions.

---

**Enviado:** 14/02/2020

**Aceptado:** 01/09/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Desarrollo de Contenidos, III Obtención de Datos, IV Análisis de Resultados, V Conclusiones.

**Como citar:** Avendaño, David., Salto, Mayra., & Astudillo, Rómulo. (2020). Análisis del Nivel de Opacidad de la Flota de Buses Urbanos de la Cooperativa Uncometro S.A. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/716>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/716>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.716>

## I. INTRODUCCIÓN

La opacidad se define según [1] como la condición en la cual la materia impide parcial o totalmente el paso de un haz de luz a través de ella, es decir, el nivel de visibilidad de los productos de combustión de un motor de combustión interna (MCIA) que está constituido por: Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos no quemados (HC), Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Vapor de Agua (H<sub>2</sub>O), Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>), Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) y material particulado (PM). El humo de escape es más oscuro cuanto más denso sea el combustible utilizado [2].

En la ciudad de Cuenca, para la medición de opacidad (únicamente en vehículos con motor Diésel) y otros procesos asociados a matriculación ha implementado un centro de Revisión Técnica Vehicula (RTV): Esta revisión evalúa en el automotor: el estado mecánico, elementos de seguridad, emisiones, documentos habilitantes y el ruido. Todo esto a través de métodos visuales y mecánicas. [2].

Los valores límite, para el nivel de opacidad en el ámbito nacional, se han planteado en la norma NTE INEN 2207; sin embargo, el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Cuenca y la Empresa Pública Municipal de Movilidad, Tránsito y Transporte (EMOV EP) distan de estos valores por considerarlos mínimamente exigibles y los ajustan únicamente para el transporte público de la ciudad en una ordenanza que regula los límites de opacidad [3].

Con base en los procedimientos para la medición de opacidad descritos en la norma NTE INEN 2202 y empleando los valores de opacidad máxima inicial, durante la vida útil de buses urbanos que fueron dispuestos en la ordenanza de la ciudad de Cuenca, se realizan varias pruebas de opacidad en 24 buses de la Compañía Uncometro S.A. con el fin de evaluar el estado mecánico de la flota, la coherencia de los valores prescritos en la ordenanza municipal con los medidos en los automotores de una compañía de transporte, y, establecer un estudio base que permita la redacción de una futura ordenanza que regule las emisiones del transporte público en la ciudad de Azogues.

En la Sección I de este documento se referencia el fundamento teórico para evaluar emisiones contaminantes en el transporte público de la ciudad de Cuenca. Además de argumentar los motivos de la realización de este trabajo, en la Sección II, se cita la normativa utilizada para la evaluación de emisiones diésel e investigaciones desarrolladas con anterioridad sobre el tema de interés. Se suman los resultados aportados por sus autores. En la Sección III se detalla el procedimiento de levantamiento de información y la construcción de la base de datos sobre la flota de buses de la compañía Uncometro S.A. En la Sección IV se analiza dicha información y se aportan los resultados de la investigación. Finalmente, en la Sección V, se redactan las conclusiones generadas por los resultados de este documento.

## II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

En Ecuador, el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) norma los equipos y procesos para la evaluación de emisiones contaminantes. Como se evidencia en [4, pp. 3-4] para la determinación de opacidad previamente se

realizan tres procedimientos: Calibración del equipo de medición (opacómetro), evaluación de parámetros de funcionamiento antes de la prueba (vehículo) y *test* de medición con base en [5, p. 5]; donde se detallan los límites máximos de opacidad para fuentes móviles con motor de diésel compilados en la TABLA I.

TABLA I  
LÍMITES DE EMISIONES PRODUCIDAS POR VEHÍCULOS  
DIÉSEL [5]

| Año/Modelo         | Porcentaje de opacidad |
|--------------------|------------------------|
| 2000 y posteriores | 50%                    |
| 1999 y anteriores  | 60%                    |

En [6, p. 9], el artículo 35 establece: “La Agencia Nacional de Tránsito fijará los valores nacionales y pruebas de idoneidad que serán los mínimos exigibles en cualquier centro de revisión, pero a solicitud de los GADs se podrán establecer mayores exigencias locales en la jurisdicción del GAD solicitante, una vez que la autoridad nacional haya aprobado la petición y la haya publicado e incluido en el Manual de Procedimientos de Revisión Mecánica y de Seguridad”.

Por este motivo, el Municipio del GAD de Cuenca conjuntamente con la EMOV EP implementan la ordenanza local que regula la opacidad del transporte público. En su artículo 5 expresa: “Del límite de opacidad máximo inicial. - El límite de opacidad de emisiones para todo vehículo nuevo, adquirido por las diferentes operadoras de transporte público de buses urbanos de Cuenca, para la prestación de este servicio público, incluso para la renovación o cambio de unidad, deberá ser no mayor al 5%, deberá respetarse por un lapso no menor a dieciocho meses contados a partir de la primera RTV de la nueva unidad”. Y en su artículo 6 detalla: “Del límite de opacidad máximo durante la vida útil. - El límite máximo permitido durante todo el tiempo de vida útil de los antes indicados automotores en el cantón Cuenca será hasta el 25% de opacidad”. [3, p. 6]

La normativa planteada por el INEN, el GAD de Cuenca y la EMOV EP ha generado trabajos de investigación con interés en los procesos de RTV. En la investigación realizada por Álvarez [2, p. 1] se diagnostica / analiza los procedimientos seguidos en los centros de revisión y su impacto en la ciudadanía, el autor establece que la RTV ha logrado: mejorar la calidad de vida de los habitantes, reducir los niveles de contaminación del aire, disminuir la cantidad de accidentes de tránsito producidos por fallas mecánicas en los automóviles, reducir los niveles de ruido y contribuir a la reducción de contaminantes que generan el calentamiento global.

En el trabajo realizado por Vintimilla [7, p. VI], se describe la RTV como un conjunto de procesos cuyo objetivo principal garantiza las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos, además de mantener un nivel de emisiones contaminantes por debajo de los límites máximos establecidos y comprobar que los vehículos que circulan cumplan con las normas técnicas y legales. El autor proyecta los índices de contaminación / consumo de combustible hasta el 2020 analizando los impactos: sobre

el tráfico vehicular, económico, ambiental, social y urbano concluye que el 27% de los vehículos que reprueban la RTV en Cuenca poseen defectos que incrementan sus emisiones, resaltando la importancia de la corrección de dichas averías para mejorar la calidad del aire.

Luna y Mier en [8, p. 124] determinan que existen tres factores de interés que varían el nivel de opacidad que registran los vehículos con motores diésel, entre los más importantes están: el kilometraje recorrido por el vehículo (relacionado con la vida útil del automotor), el mantenimiento que los propietarios realizan y la calidad del diésel utilizado por el automotor, factor que en el país está controlado a partir de la disposición de comercializar diésel Premium de bajo contenido de azufre (500 ppm). A pesar de no realizarse en Cuenca los investigadores concluyen que en la provincia de Imbabura la opacidad promedio de los vehículos diésel es del 32.24 %, con un límite mínimo del 11.8% y máximo del 59.3%.

Los autores citados con anterioridad utilizan un análisis cuantitativo en cada uno de sus trabajos, realizando principalmente procedimientos estadísticos en las bases de datos recolectadas para obtener los resultados y conclusiones; de igual forma el método cuantitativo se utilizará en el presente trabajo, describiendo el mismo en las siguientes secciones.

### III. OBTENCIÓN DE DATOS

El registro de la base de datos se desarrolla con la ayuda de equipos de medición Brain Bee® MGT 300 EVO, Opacómetro OPA300 y *software* Omnibus 800. Al tomar los registros se analizan las condiciones de operación de un bus urbano (temperatura de funcionamiento y rpm) [5] como se aprecia en la Fig. 1, según normativa NTE INEN 2202 y NTE INEN 2207 los valores mínimos a alcanzar para realizar un test de emisiones se evidencian en la TABLA II [4].



Fig. 1 Equipo Brain Bee® MGT 300 EVO captando datos de velocidad de giro y temperatura del motor

TABLA II  
CONDICIONES DE LAS PRUEBAS [4]

| Condiciones                   | Valores |
|-------------------------------|---------|
| Temperatura de funcionamiento | 75°C    |
| Rpm                           | 2500    |

Cuando estos valores no se encuentran en los rangos de medición establecidos, la prueba de opacidad se descarta y su valor se resalta en rojo, como se aprecia en la Fig. 2.

Para el desarrollo de la presente investigación se tomaron pruebas de opacidad en la flota de buses de la Compañía Uncometro S.A.; obteniendo así la información necesaria, en función de los procesos descritos en la NTE INEN 2202 para el análisis de opacidad en fuentes móviles diésel. En detalle la flota de buses de la Compañía está conformada por las marcas y modelos que se observan en la TABLA III.

TABLA III  
DETALLE DE BUSES DE LA COMPAÑÍA UNCOMETRO S.A.

| Flota de Buses de la Compañía Uncometro S.A. |         |      |                    |
|--|---------|------|--------------------|
| Marca  | Modelo  | Año  | Número de unidades |
| Volkswagen                                   | 17260   | 2019 | 52                 |
| Hino   | AK      | 2018 | 1                  |
| International                                | MX      | 2014 | 2                  |
| Mercedes Benz                                | OF-1721 | 2006 | 1                  |
| <b>Total de la Flota</b>                     |         |      | <b>56</b>          |

Se observa que la marca predominante es Volkswagen con 52 unidades, seguida por International con 2 unidades, Hino y Mercedes Benz con 1 unidad cada una. Se realizaron pruebas en 24 unidades de transporte que corresponden al 42.85% del total de la flota, siendo esta la muestra de buses recolectada.

Por cada bus se toma un rango de 5 a 9 muestras de opacidad en prueba de aceleración a 2500 rpm, según valores de aceleración libre contemplados en [4, p. 3].

| TEST OFICIAL - RESULTADOS DE LA PRUEBA |       | PARA SALIR                 |
|--|-------|----------------------------|
| <b>OPACIDAD</b>                        |       |                            |
| ACELERACIÓN                            | 1 : = | 17.1 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 2 : = | 3.2 [%]                    |
| ACELERACIÓN                            | 3 : = | 54.9 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 4 : = | 19.9 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 5 : = | 11.7 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 6 : = | 12.4 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 7 : = | 12.1 [%]                   |
| ACELERACIÓN                            | 8 : = | 12.0 [%]                   |
| <b>DIFERENCIA OPACIDAD</b>             |       | : = 8.2 [%]                |
| <b>VALOR PROMEDIO</b>                  |       | : = 13.6 [%]               |
| <b>RESULTADO DEL TEST</b>              |       | <b>APROBADO SIN FALTAS</b> |

Fig. 2 Resultado de prueba de opacidad en la unidad 04-196 INTERNACIONAL MX 2014; mediante equipos Brain Bee® MGT 300 EVO, Opacómetro OPA300 y *software* Omnibus 800

La muestra tomada está acorde al detalle de la flota de buses en cuanto a predominancia de marcas, reflejando estos resultados en la TABLA IV.

TABLAIV  
MARCAS DE BUSES DONDE SE REALIZARON LAS  
MEDICIONES

| Flota de Buses donde se realizaron las mediciones |         |      |                    |
|---|---------|------|--------------------|
| Marca   | Modelo  | Año  | Número de unidades |
| Volkswagen  | 17260   | 2019 | 20                 |
| Hino  | AK      | 2018 | 1                  |
| International                                     | MX      | 2014 | 2                  |
| Mercedes Benz                                     | OF-1721 | 2006 | 1                  |
| <b>Total de la Flota</b>                          |         |      | <b>24</b>          |

Al citar una de las pruebas, en la Fig. 3 se presentan los resultados de opacidad de la unidad Volkswagen 17260 con registro municipal 04-157; cuyos porcentajes son obtenidos del *software* Omnibus 800.

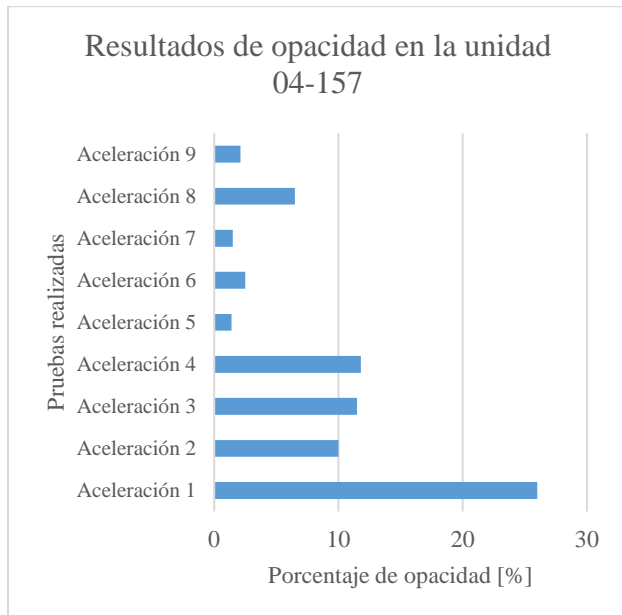


Fig. 3 Resultados de opacidad según prueba de aceleración libre basada en NTE INEN 2207

Los porcentajes de opacidad difieren entre aceleración y aceleración; el *software* Omnibus 800 establece un valor promedio de medición entre las pruebas recolectadas, también calcula el dominio de las mediciones al aportar el límite máximo y mínimo de medición. La resta de dichos valores es nombrado como diferencia de opacidad, reportando los dos valores citados como resultado de un *test* de emisiones.

#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las mediciones realizadas en las 24 unidades de la flota de buses de la compañía Uncometro S.A. se registran en la TABLA V, reportando el porcentaje de diferencia de opacidad entre los valores alcanzados y el valor promedio que se obtiene de dichas mediciones.

En estas pruebas sobresalen las unidades: 04-159 HINO AK 2018 y 04-207 Mercedes Benz OF-1721 2006 que presentan valores de 25.2% y 52.9% de diferencia de opacidad respectivamente. No reflejan valor promedio calculado debido a los porcentajes elevados de opacidad en cada aceleración, reprobando dichos buses el *test* de emisiones por lo que resultan no aptos para la circulación

en la ciudad.

TABLA V  
DIFERENCIA DE OPACIDAD Y VALOR PROMEDIO DE LAS  
PRUEBAS REGISTRADAS

| Registro Municipal | Diferencia de opacidad [%] | Valor promedio [%] | Resultado |
|--------------------|----------------------------|--------------------|-----------|
| 04-155             | 6.1                        | 4.0                | Aprobado  |
| 04-157             | 5.1                        | 2.8                | Aprobado  |
| 04-159             | 52.9                       | -.-                | Rechazado |
| 04-162             | 8.6                        | 4.1                | Aprobado  |
| 04-166             | 3.4                        | 1.9                | Aprobado  |
| 04-168             | 0.3                        | 3.0                | Aprobado  |
| 04-170             | 9.5                        | 15.7               | Aprobado  |
| 04-171             | 10.0                       | 4.1                | Aprobado  |
| 04-174             | 7.9                        | 6.6                | Aprobado  |
| 04-175             | 2.3                        | 1.9                | Aprobado  |
| 04-176             | 5.7                        | 5.4                | Aprobado  |
| 04-180             | 2.0                        | 2.0                | Aprobado  |
| 04-181             | 1.1                        | 0.8                | Aprobado  |
| 04-186             | 6.3                        | 8.7                | Aprobado  |
| 04-196             | 8.2                        | 13.6               | Aprobado  |
| 04-197             | 1.0                        | 1.3                | Aprobado  |
| 04-198             | 7.1                        | 2.6                | Aprobado  |
| 04-200             | 0.0                        | 0.0                | Aprobado  |
| 04-201             | 8.7                        | 3.7                | Aprobado  |
| 04-202             | 1.9                        | 1.2                | Aprobado  |
| 04-204             | 8.1                        | 3.7                | Aprobado  |
| 04-207             | 25.2                       | -.-                | Rechazado |
| 04-207             | 8.7                        | 3.2                | Aprobado  |
| 04-208             | 8.2                        | 4.6                | Aprobado  |

De las 24 unidades en las que se realizaron las mediciones de opacidad el 91.66% (22 unidades) aprobaron sin faltas. Dichas unidades tienen en promedio cinco meses de circulación por lo que se las considera como nuevas. Además de cumplir con la normativa internacional EURO 5 incorporan un catalizador de oxidación diésel (DOC) que disminuye las emisiones de CO y HC; un filtro de partículas diésel (DPF) que disminuye el material particulado (PM) u hollín reteniéndolo por adherencia en sus paredes mediante:

- Regeneración pasiva o continua: las altas temperaturas queman el PM.
- Regeneración activa: postinyecciones en el cilindro o mediante un inyector en el escape.

Con respecto al estado mecánico de la flota, las 22 unidades están en correcto estado de funcionamiento debido al su corto tiempo de uso con un promedio de opacidad de la flota del 4.33 %.

Resaltan de estas pruebas, la unidad 04-159 HINO AK 2018 que cumple la normativa internacional EURO 3; la cual, a pesar de tener 1 año de circulación, no cumple el estándar final de vida útil planteado por el GAD de Cuenca. De la misma forma, el 25% de opacidad después de 20 años de circulación, por lo que es importante acotar que la Ordenanza Municipal está concebida para buses con sistemas que cumplan normativa EURO 5. La unidad 04-207 Mercedes Benz OF-1721 2006 que tiene 13 años de circulación y a pesar de estar en el 65% de su vida útil no aprobaría un proceso de RTV debido principalmente a su sistema de inyección mecánica por bomba lineal.

Para la implementación de una ordenanza en el GAD de la ciudad de Azogues se debe seleccionar una muestra de buses y realizar pruebas similares a las de este proyecto respecto a la opacidad, determinando así el estado

mecánico de los automotores de las operadoras de buses que verifiquen el año de cada unidad y el tiempo que falta para cumplir su vida útil. Con estos datos se pueden establecer exigencias en límites de opacidad o adoptar los valores límites establecidos en la ordenanza de la ciudad de Cuenca, para lo cual habría la necesidad de adquirir buses urbanos que cumplan normativa EURO 5.

## V. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos permiten analizar el estado mecánico y funcional en el que se encuentra la flota de buses de la Compañía Uncometro S.A., determinando la misma como óptima para prestar y cumplir con los servicios de transporte, garantizando la calidad del aire de la ciudad de Cuenca.

Los valores de opacidad generados en las pruebas de la flota de buses de la compañía Uncometro S.A. en promedio reportan un 4.33% y tienen coherencia con los valores límite planteados en la ordenanza de la Municipalidad de Cuenca y la EMOV EP. De esta forma, la ordenanza municipal es una guía fiable para valorar la opacidad del transporte público en esta ciudad.

La investigación realizada es una referencia para la recolección de registros de opacidad en buses por parte de la Municipalidad de Azogues, para la construcción de una ordenanza de RTV para el transporte urbano, en la cual los valores límite que se planteen pueden ser más exigentes que los descritos en INEN 2207 acorde al estado de la flota actual y el mejoramiento de la calidad de aire.

El propósito de esta sección es resumir los principales resultados discutidos a lo largo de este artículo. Recuerde manejar las conclusiones como enunciados cortos fundamentados en la teoría y los objetivos planteados.

## RECONOCIMIENTOS

A la compañía Uncometro S.A.; en especial al Sr. Diego González, Gerente de la misma por la apertura para la toma de pruebas en las unidades y al personal mecánico de su taller de mantenimiento.

## REFERENCIAS

- [1] J. Hernández y I. Mendoza, "MetAs & Metrólogos Asociados," Feb. 05, 2008. [Online]. Available: <http://www.metas.com.mx/guiametas/La-Guia-MetAs-08-02-opacidad.pdf>. [Accessed: Aug. 05, 2019].
- [2] G. A. Álvarez, "Contaminación del Aire," *Diagnóstico y análisis de los procedimientos utilizados en la revisión técnica vehicular y su impacto en la ciudad de Cuenca*, Cuenca, Universidad del Azuay, 2010, pp. 51-112.
- [3] G. Cuenca, "Ordenanza que regula las condiciones para el mejoramiento de la calidad del servicio de transporte público de pasajeros de buses urbanos en el Cantón Cuenca y su plan de renovación," *Municipalidad de Cuenca*, Cuenca, 2018.
- [4] INEN, "Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de escape de motores de diésel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre," *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, Quito, 2000.
- [5] INEN, "Gestión ambiental. aire. vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diésel," *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, Quito, 2002.
- [6] ANT, "Reglamento relativo a los procesos de la revisión técnica de vehículos a motor," *Agencia Nacional de Tránsito*, Quito, 2012.

- [7] P. F. Vintimilla, "Análisis de Resultados de la Medición de Emisiones de Gases Contaminantes de Fuentes Móviles a Partir de la Implementación de la Revisión Técnica Vehicular en el Cantón Cuenca," Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana, 2015, pp. 54 - 78.
- [8] P. D. Luna and J. F. Mier, "Medición y evaluación de los niveles de opacidad generados por los vehículos con motor de combustible diésel." Quito, Universidad Internacional del Ecuador, 2014, p. 124.





## Estado Actual de la Basura Aérea Provocada por Cables de Comunicación en Desuso

### Current State of the Aerial Garbage Caused by Disused Communication Cable

Santiago Javier Álvaro Pillalaza

PUCE

Quito, Ecuador

santyalvaro@hotmail.com

Orcid: 0000-0002-2732-0501

**Resumen**— El objetivo de este trabajo es explicar la manera como se genera la basura aérea provocada por cables de comunicaciones en desuso, para establecer propuestas que mitiguen este problema en la ciudad de Quito. Para el desarrollo de este trabajo se utilizó información de la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones ARCOTEL y de la Superintendencia de Telecomunicaciones SUPERTEL, relacionada al número de conexiones y desconexiones de enlaces alámbricos durante los últimos 7 años a nivel nacional. También se analizó los deberes y derechos que tiene el Municipio del Distrito Metropolitano para la ciudad de Quito. Mediante el análisis documental y cuantitativo se definen las causas y se establecen recomendaciones para solventar el problema.

**Abstract**— The objective of this work is to explain the way in which the aerial garbage caused by disused communication cables is generated to establish proposals that mitigate this problem in the city of Quito. For the development of this work, information from the Telecommunications Regulation and Control Agency ARCOTEL (acronyms in Spanish) and the Superintendency of Telecommunications SUPERTEL (acronyms in Spanish), related to the number of connections and disconnections of wired links during the last seven years nationwide was employed. The duties and rights of the Municipality of the Metropolitan District for the city of Quito were also analysed. Through documentary and quantitative analysis, the causes are defined, and recommendations are established to solve the problem.

**Palabras Clave:** Basura aérea, Televisión por cable, Televisión online, Audio y Video por suscripción, Internet por cable.

**Keywords:** Aerial garbage, Cable TV, Online television. Audio and Video by subscription, Cable internet.

---

**Enviado:** 28/11/2019

**Aceptado:** 13/08/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Introducción, II Desarrollo de Contenidos, III Resultados, IV Conclusiones.

**Como citar:** Álvaro, Santiago. (2020). Estado Actual de la Basura Aérea Provocada por Cables de Comunicación en Desuso. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/701>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/701>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.701>

## I. INTRODUCCIÓN

La explotación de las redes y prestación de servicios de comunicaciones tiene por objetivo la desaparición de los monopolios y ha provocado la gran revolución [1]. Por esta razón y sin duda alguna, como ya se preveía en años anteriores, el incremento de las conexiones a Internet está en su punto más alto. Otra de las razones del incremento de las conexiones a internet fijo se debe a la aparición de la televisión online y las plataformas de video en Internet, con YouTube y Netflix entre sus máximos exponentes [2]. La propia plataforma de Streaming Netflix informó, en enero de 2019, que cuenta con 139,2 millones de suscriptores en el mundo. Esta cifra es compartida entre los 58,5 millones de Estados Unidos y 80,7 millones de usuarios en el resto del mundo [3].

La situación en Ecuador no se aleja de la realidad mundial; el diario el Universo informa que la televisión por Internet tiene una acogida imparable en Ecuador [4]. El avance de esta nueva tecnología de comunicación y la infraestructura montada en el país han permitido una gran acogida de este servicio por Internet. Frente a esta realidad, la televisión pagada por cable o por conexión satelital en el país ha perdido dinamismo pese a la reducción de costos [5]. Según datos de ARCOTEL, entre 2005 y 2015 el número de abonados en la televisión pagada creció en un promedio anual del 21%, pero ese ritmo se estancó en los siguientes dos años. Datos actuales indican una reducción de suscriptores del servicio.

En este panorama existen más conexiones alámbricas de internet y cada vez menos conexiones alámbricas de televisión pagada. El desistimiento de contratos de televisión pagada genera cables en desuso que cuelgan de los postes del servicio eléctrico. Otra manera de generar cables en desuso es cuando el cliente decide cambiar de operador de Internet. En la actualidad existe variedad de proveedores de datos con alta competencia en velocidad de transmisión, ancho de banda, medios de comunicación y costo. Los cables de comunicación que no son utilizados y que cuelgan en los postes se han convertido, con los años, en un problema creciente, aunque en ciertos sectores son mucho más visibles que otros. Sectores como Las Casas, La Granja, Solanda, La Ofelia, Carapungo, Tumbaco y Vicentina son vulnerables a la basura aérea [6]. No existe control ni regulación de los cables en desuso, razón por la cual los cables quedan aparcados colgando de los postes.

## II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

Los cables en desuso están por todas partes, enredados, empalmados, amarrados o caídos. Esta situación puede pasar inadvertida pero el riesgo generado por este problema puede provocar accidentes por exceso de peso en el poste.

Los acumulamientos de cables en desuso son de televisión por cable e Internet. Muchos de los cables están sin uso, pues es común que los proveedores de Internet y televisión por cable retiren el modem y el router cuando el usuario decide suspender el servicio, pero los cables no son retirados.

Para el desarrollo de este trabajo se ha utilizado información pública y documentada de ARCOTEL y SUPTEL. ARCOTEL en su boletín del tercer trimestre de 2019, sobre el servicio de audio y video por suscripción

AVS, indica que hasta septiembre de 2019 existe un total de 1.149.441 suscriptores, como se muestra en la TABLA I.

TABLE I  
NÚMERO DE SUSCRIPTORES DE AVS A NIVEL NACIONAL  
(Arcotel, Servicio de audio y video por suscripción, 2019, pág. 3)

| Año  | Población estimada Total | Número reportado de Suscriptores | Nuevas conexiones | Número de usuarios estimados | Grado estimado de penetración del servicio |
|------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------------|--|
| 2010 | 14.204.900               | 324.550                          |                   | 1.363.110                    | 9,60%                                      |
| 2011 | 14.483.499               | 422.086                          | 97.536            | 1.603.927                    | 11,10%                                     |
| 2012 | 14.765.927               | 650.870                          | 228.784           | 2.473.306                    | 16,80%                                     |
| 2013 | 15.774.749               | 943.565                          | 292.695           | 3.585.547                    | 22,73%                                     |
| 2014 | 16.027.466               | 1.210.575                        | 267.010           | 4.600.185                    | 28,70%                                     |
| 2015 | 16.278.844               | 1.323.720                        | 113.145           | 5.135.586                    | 31,55%                                     |
| 2016 | 16.528.730               | 1.308.207                        | -15.513           | 5.044.158                    | 30,52%                                     |
| 2017 | 16.776.977               | 1.304.812                        | -3.396            | 4.958.284                    | 29,55%                                     |
| 2018 | 17.023.408               | 1.242.759                        | -62.053           | 4.722.484                    | 27,74%                                     |
| 2019 | 17.206.842               | 1.149.441                        | -93.318           | 4.367.876                    | 25,38%                                     |

Según la TABLA I, en el año 2013 existió el mayor incremento de suscriptores del servicio AVS, con 292.695 nuevas conexiones. En la misma Tabla se observa que en el 2019 es el año del mayor número de desistimientos del servicio AVS, 93318. Según la información de la TABLA I, hasta el año 2015 existió incremento de suscriptores del servicio de AVS. En este mismo año se obtiene 1.323.720 suscriptores, siendo su valor máximo. A partir de 2016 se evidencia reducción de usuarios. Hasta el reporte del boletín de ARCOTEL existen 174.280 suscriptores que han desistido del servicio, en relación a su valor máximo de suscriptores. Este valor se obtiene de la diferencia entre el número máximo y mínimo de suscritores, entre los años 2015 y 2019. La Fig. 1 representa la información gráfica de la TABLA I. La curva permite visualizar que a partir del año 2015 el servicio de AVS dejó de tener crecimiento. Para el 2016 se mantiene sin crecimiento y a partir del 2017 empieza a perder suscriptores.

Lo que ocurre en Ecuador es una muestra de lo que está sucediendo en el mundo. Tal es el caso de Estados Unidos. Según el grupo canadiense Convergence Consulting, en EE UU más de medio millón de personas cancelaron su suscripción de televisión pagada para contratar los servicios de Hulu o Netflix en un año.

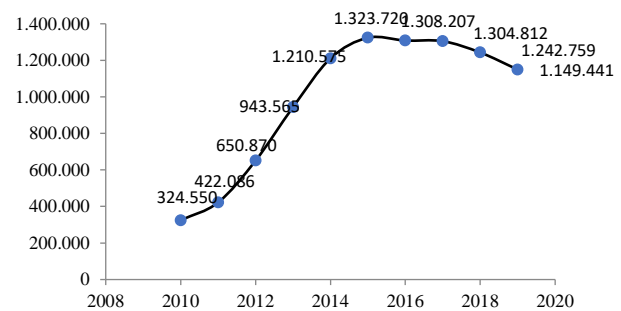


Fig. 1. Suscriptores del servicio AVS a nivel nacional [7]

La reducción del número de suscriptores tiene relación directa con el número de enlaces inhabilitados. Los enlaces inhabilitados representan el 13,16 %. Este es el porcentaje de conexiones.



El nacimiento y crecimiento de la televisión online en Ecuador ha incrementado la cifra de conexiones fijas de Internet y ha provocado la eliminación de conexiones de televisión pagada. Esto ha contribuido al incremento de cables en desuso.

Por otro lado, el acceso a Internet fijo se realiza a través de un medio físico pudiendo ser una línea de cobre, coaxial o fibra óptica. En Ecuador el servicio de Internet por medio de conexiones físicas ha crecido exponencialmente entre 2010 y 2019; este incremento está influenciado por la innovación y desarrollo tecnológico. Los datos actuales de las conexiones fijas de Internet se muestran en la TABLA II.

TABLA II  
CUENTAS FIJAS DE INTERNET A NIVEL NACIONAL (Arcotel, Servicio de acceso a internet, 2019)

| Año  | Cuentas fijas de Internet | Nuevas cuentas | Población  | Cuentas de Internet por cada 100 habitantes |
|------|---------------------------|----------------|------------|---|
| 2010 | 804.091                   |                | 14.111.640 | 5,70%                                       |
| 2011 | 2.158.929                 | 1.354.838      | 14.443.679 | 14,95%                                      |
| 2012 | 4.190.756                 | 2.031.827      | 14.899.214 | 28,13%                                      |
| 2013 | 5.290.112                 | 1.099.356      | 15.774.749 | 33,54%                                      |
| 2014 | 6.256.878                 | 966.766        | 16.027.466 | 39,04%                                      |
| 2015 | 7.184.673                 | 927.795        | 16.278.844 | 44,14%                                      |
| 2016 | 9.387.842                 | 2.203.169      | 16.528.730 | 56,80%                                      |
| 2017 | 10.586.469                | 1.198.627      | 16.776.977 | 63,10%                                      |
| 2018 | 11.297.151                | 710.682        | 17.023.408 | 66,36%                                      |
| 2019 | 11.407.486                | 110.335        | 17.206.842 | 66,30%                                      |

La TABLA II muestra que cada año aumenta el número de abonados en el servicio de Internet fijo. Además, se observa que en 2016 existe el mayor número de cuentas nuevas. Coincidentemente este mismo año inicia el decaimiento de los servicios de AVS. Existe relación directa entre el decaimiento de los servicios AVS y el aumento de las conexiones a Internet. Esto se debe a que los usuarios dejan el servicio de televisión pagada y se quedan con el Internet fijo, más un contrato de televisión online con plataformas como Netflix, HBO, Movistar Life, entre otras. Este tipo de plataformas permite observar películas, series, documentales de forma personalizada y es el camino que siguen cada vez más familias ecuatorianas. Ver Fig. 2.

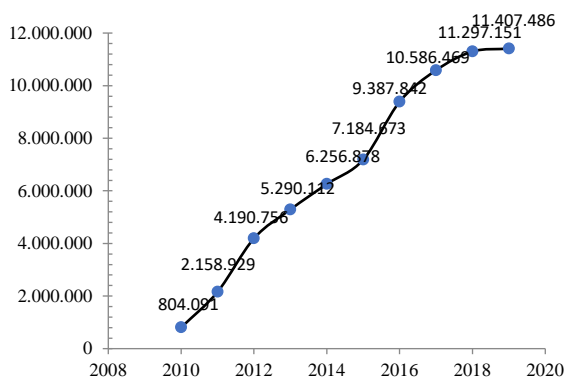


Fig. 2. Suscriptores del servicio Internet fijo a nivel nacional [8].

Es evidente que el quiebre del monopolio de las comunicaciones dio paso al nacimiento de nuevas

operadoras de servicio de Internet fijo, lo cual ha provocado una competencia de costos, tecnología, medios de transmisión, promociones y garantía de servicio. Esto motiva al usuario a elegir entre una y otra operadora. La principal causa para migrar de compañía es la reducción del costo de la factura de Internet. Otra causa es la insatisfacción del usuario, debido a problemas de cobertura [9].

La migración de proveedor de servicios de Internet genera nuevas conexiones y desusos de líneas antiguas. Mediante la TABLA III se muestra como varía porcentualmente la participación de los proveedores de Internet a través de los años. La información mostrada en la TABLA III es una recopilación de información extraída de la Superintendencia de Telecomunicaciones. SUPATEL (2012, 2013) y ARCOTEL (2017, 2018).

TABLA III  
PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE PROVEEDORES DE INTERNET FIJO A NIVEL NACIONAL

| Proveedor de internet fijo | 2012   | 2013                | 2017   | 2018   |
|----------------------------|--------|---------------------|--------|--------|
| CNT E.P                    | 57,80% | 59,90%              | 53,49% | 48,90% |
| TvCable                    | 17,30% | 15,40%              | 12,21% | 11,65% |
| Claro Fijo                 | 12,68% | 11,80%              | 8,26%  | 9,22%  |
| Puntonet                   | 3,43%  | 3,50%               | 3,10%  | 4,24%  |
| Netlife                    | 3,14%  | 4,60%               | 11,30% | 14,18% |
| Transtelco                 | 1,72%  | Se incluye en otros |        |        |
| Panchonet                  | 0,22%  | Se incluye en otros |        |        |
| Telconet                   | 0,65%  | Se incluye en otros |        |        |
| Etapa EP                   | 0%     | 0%                  | 4,11%  | 3,33%  |
| Otros                      | 2,95%  | 4,80%               | 7,53%  | 8,50%  |

Fundamentado en la información de la TABLA III, entre los años 2012 y 2018 se evidencia que varios proveedores de internet fijo han ganado participación y otros que han perdido protagonismo. Ver Fig. 3.

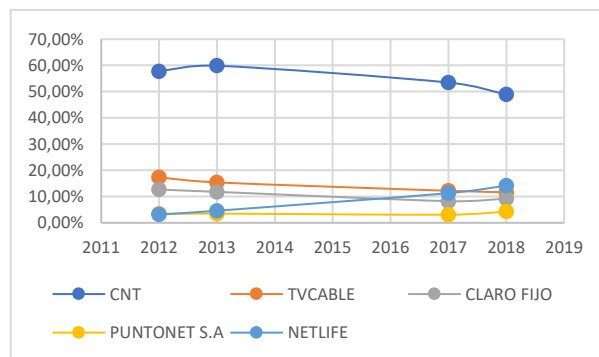


Fig. 3. Representación de participación de mercado de los suscriptores del servicio internet fijo a nivel nacional

### III. RESULTADOS

El dinamismo que provoca el cambio de proveedores de servicios de Internet fijo se refleja en nuevas instalaciones que cuelgan a través de los postes y dejan en desusos conexiones antiguas.

Los cables en desuso se quedan aparcados en los postes de energía eléctrica. En los contratos suscritos entre la operadora de Internet y el cliente no se precisa a quien pertenece el medio físico. Pero sí se hace énfasis en la

prestación de servicios de Internet hacia el usuario. Por tal motivo, lo que se firma es un contrato de servicios y no la compra del medio físico.

En tal virtud, los únicos dueños de los medios físicos son las empresas proveedoras de Internet. En base a la información de la figura 3, se observa que CNT EP redujo su participación en el mercado en 11%. TV Cable presenta una reducción de 5,65% en el transcurso de estos años. Claro Fijo presentó una reducción de 4,42% entre los años 2012 y 2017. Puntonet S.A presentó una reducción de 0,4% entre los años 2013 y 2017. En contraste Netlife va incrementando su participación en el mercado. En el 2018 su participación es de 11,04% frente al 3,14% en el 2012. La reducción del número de suscriptores de televisión por cable representa, según información de la Tabla I, el 13,16% de conexiones deshabilitadas, y dentro de este porcentaje se encuentran inmersos los cables en desuso.

#### IV. CONCLUSIONES

El suscriptor al solicitar la cancelación de servicios de telecomunicación debe tener presente que la desinstalación es total, considerando equipos y medios de comunicación; por tal razón se debería establecer un costo por este trabajo.

La desinstalación del medio debería ser ejecutada por las empresas proveedoras del servicio de comunicaciones ya que ellas poseen las herramientas y personal calificado para esta función

Los organismos que cuentan con las atribuciones para reglamentar el retiro de los cables son los municipios. En el caso de la ciudad de Quito, el municipio constituye un gobierno autónomo descentralizado al ser un distrito metropolitano y a la vez cantón, el cual debe promocionar el desarrollo y garantizar el buen vivir, como indica el artículo 84 literal a) del Código de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. El Municipio de Quito goza de autonomía política de legislación, normativa y fiscalización según se indica en el artículo 53 del COOTAD. Con estas atribuciones, el municipio está en pleno derecho a crear una ordenanza dirigida a las empresas proveedoras del servicio para normar el retiro de cables en desuso de forma progresiva y responsable. Esta acción evitará el deterioro de la imagen y paisaje urbano. Además, frenará la acumulación de la basura aérea.

De modo conjunto se debe crear otra ordenanza para el tratamiento de estos desechos, gran parte de los cables tiene material reciclable como el cobre, que a través de procesos específicos pueden ser separados de los residuos para ser transformados nuevamente en materia prima. Otra manera de reducir y mitigar el problema de la basura aérea es que las empresas proveedoras de comunicaciones alámbricas, asuman la responsabilidad voluntaria de retirar los cables en desusos a través procesos y normativas internas. De esta manera, el municipio no intervendría ante un eventual incumplimiento de la ordenanza.

El dinamismo de mercado de las ofertas de comunicaciones alámbricas y las nuevas plataformas de video bajo demanda están generando mayores conexiones y con ello el mayor desperdicio de cables; ante esta tendencia actual urge la necesidad de desafíos regulatorios relacionados a cuidar el ornato de la ciudad.

#### REFERENCIAS

- [1] J. Moya. (2015). Telecomunicaciones. Bogotá, Colombia: Ra-Ma.
- [2] M. Baladron, and E. Rivero. (2018). "Regulación de servicios de video a demanda en América Latina". *Avatares de la comunicación y la cultura*.
- [3] Redacción, "Cuántos usuarios tiene Netflix en todo el mundo." *Tv Zeleb*, Nov. 25, 2019. [Online]. Available: <http://www.zeleb.es/tv/cuantos-usuarios-tiene-netflix-en-todo-el-mundo>
- [4] Redacción, "La televisión por internet tiene una acogida imparable en Ecuador," *El Universo*, Nov. 11, 2018.
- [5] Redacción, "La TV pagada se estanca frente a opciones online," *El Telégrafo*, Feb, 23, 2018.
- [6] A. M. Carvajal, "Cables de varios servicios se enredan y afectan al ornato de Quito," *El comercio*, Nov. 27, 2019. [Online]. Available: <https://www.elcomercio.com/actualidad/cables-tallarines-ornato-quito-municipio.html>
- [7] Arcotel. (2019). Servicio de audio y video por suscripción. Quito
- [8] Arcotel. (2019). Servicio de acceso a internet. Quito.
- [9] D. Valero, "Descubre cuales son las razones para cambiar de operador de telefonía o internet," *ADSL Zone*. Aug. 8, 2019. [Online]. Available: <https://www.adslzone.net/2014/08/06/descubre-cuales-son-las-razones-para-cambiar-de-operador-de-telefonía-o-internet/>

# Emprendimiento Sostenible: Oportunidad Socio-Ecológica

## Sustainable Entrepreneurship: a Socio-Ecological Opportunity

**María del Rocío Vallejo-Fiallos**  
Instituto Superior Tecnológico Lemas  
Guayaquil, Ecuador  
mariadelrocio.vallejofiallos@gmail.com  
Orcid: 0000-0001-7914-2113

**Resumen**— El objetivo de esta investigación es describir el emprendimiento sostenible como una alternativa para mantener un equilibrio entre las necesidades sociales y ecológicas. Este trabajo presenta el modelo de emprendimiento sostenible de la isla San Cristóbal de la Provincia de Galápagos, a través de una investigación de base documental y un estudio de campo cualitativo y cuantitativo. Los resultados muestran una descripción del desarrollo social y de la situación de convivencia entre el sistema ecológico y la vida emprendedora en la isla. Los habitantes de San Cristóbal son conscientes de la necesidad de cuidar su entorno para garantizar la continuidad de su vida emprendedora y mejorar su desarrollo social y ecológico. Se recomienda estudios prospectivos para promover el emprendimiento sostenible mediante estrategias socio-ecológicas de desarrollo.

**Palabras Clave:** ecoturismo, micro-emprendimiento, micro-negocio, resiliencia, sostenibilidad, transgeneración empresarial

**Abstract**— The objective of this research is to describe sustainable entrepreneurship as an alternative to maintain a balance between social and ecological needs. This work presents the sustainable entrepreneurship model of the San Cristóbal Island in the Galapagos Province, through a documentary-based research and a qualitative-quantitative field study. The results show a description of the social development and the situation of coexistence between the ecological system and the entrepreneurial life on the island. The inhabitants of San Cristóbal are aware of the need to take care of their environment to guarantee the continuity of their entrepreneurial life and improve their social and ecological development. Prospective studies are recommended to promote sustainable entrepreneurship through socio-ecological development strategies.

**Keywords:** ecotourism, micro-entrepreneurship, micro-business, resilience, sustainability, business transgeneration.

---

**Enviado:** 05/03/2017

**Aceptado:** 08/07/2020

**Publicado:** 30/12/2020

**Sumario:** I Descubriendo las Islas Galápagos, II Metodología, III Definiciones y Teorías, IV Resultados y Discusión, V Conclusiones.

**Como citar:** Vallejo-Fiallos, María. (2020). Emprendimiento Sostenible: Oportunidad Socio-Ecológica. *Revista Tecnológica - Espol*, 32(2). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/615>

<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/rte/article/view/615>

<https://doi.org/10.37815/rte.v32n2.615>

## I. DESCUBRIENDO LAS ISLAS GALÁPAGOS

Visitar las islas Galápagos en la República del Ecuador es una aventura de principio a fin. Están ubicadas a 972 kilómetros de la costa ecuatoriana. Una de las maneras de llegar a ellas es mediante un vuelo de una hora y cuarenta minutos, aunque el meticuloso proceso de cuidado ambiental puede alargar el trayecto [1]. Las islas Galápagos, también conocidas como Archipiélago de Colón, toman el nombre de Parque Nacional Galápagos el 4 de julio de 1959 [2]; y Provincia de Galápagos, el 18 de febrero de 1973[3]. El turismo a las islas es controlado por el Parque Nacional Galápagos desde 1969, actividad que se formaliza en 1977 [4].

En 1978, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declara a las islas Galápagos como patrimonio de la humanidad [5]; en 1984, es reconocida como reserva de la biósfera [6]; en 1998, se crea la reserva marina de Galápagos, siendo incluida, en 2001, en la designación de patrimonio de la humanidad [7]. Las islas, de origen volcánico, son más de trescientas. De ellas: Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal son las más importantes por su desarrollo económico y por el número de habitantes [8].

La TABLA I muestra que a pesar de que San Cristóbal fue la primera isla en ser colonizada, actualmente, es Santa Cruz la más poblada. Por otra parte, se puede apreciar que en Isabela los servicios directamente vinculados al turismo comparten el primer lugar con las actividades productivas primarias; mientras que, en Santa Cruz, las actividades comerciales ocupan el primer puesto, seguidas de los servicios directamente vinculados al turismo. Por el contrario, en San Cristóbal, las actividades del sector público son las más importantes por ser capital de la provincia y los servicios directamente vinculados al turismo, se encuentran en quinto puesto.

La Provincia de Galápagos está sujeta a la Constitución de la República del Ecuador, al Plan Nacional de Desarrollo, a la Ley Orgánica del Régimen Especial de la Provincia de Galápagos (LOREG), al Plan Galápagos 2015-2020 y a un conjunto de leyes para la conservación de las áreas naturales, el manejo de recursos y desperdicios, turismo, entre otros [12]; así como, la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural [13].

La administración de las islas Galápagos les corresponde a diferentes instituciones públicas, de acuerdo a cada ámbito, el Parque Nacional Galápagos, el Consejo de Gobierno para el Régimen Especial Galápagos, la Agencia para la Regulación y Control de la Bioseguridad y Cuarentena de Galápagos, y los Gobiernos Autónomos Descentralizados [14].

Varios Ministerios de Gobierno tienen oficinas en San Cristóbal, por ser capital de la provincia [15]. Galápagos cuenta, además, con diferentes cámaras y grupos gremiales, así como diferentes organizaciones internacionales en el área ambiental y social, tales como: *World Wildlife Fund for Nature*, *Wild Aid*, *International Conservation*, *Fundar Galápagos*, *Galapagos Conservancy*, *Sea Shepherd Conservation Society*, *Birdlife International*; también *Galapagos Rotary Club*, *A Change in Life*, *Scalezia Foundation*, entre otras [16].

TABLA I  
DESCRIPCIÓN DE LAS ISLAS ISABELA, SANTA CRUZ Y SAN CRISTÓBAL

| DESCRIPCIÓN                            | ISABELA  | SANTA CRUZ   | SAN CRISTÓBAL  |
|--|--|--|--|
| Nombre histórico                       | Albemarle  | Indefatvinculad osigable   | Chatham  |
| Asentamiento                           | 1970   | 1920   | 1866   |
| Cantón                                 | Cantón Isabela   | Cantón Santa Cruz  | Cantón San Cristóbal   |
| Capital cantonal                       | Puerto Villamil  | Puerto Ayora   | Puerto Baquerizo Moreno  |
| Conformación política y administrativa | Islas: Isabela, Fernandina, Darwin, Wolf y Tortuga<br>Islotes: Roca Redonda y Cuatro Hermanos<br>Parroquia urbana: Puerto Villamil<br>Parroquia rural: Tomás de Berlanga   | Islas: Santa Cruz, San Salvador/Santiago, Marchena, Pinta, Baltra, Pinzón, Rábida, Seymour Norte y Bartolomé<br>Islotes: Daphne, Plaza Sur y Guy Fawkes<br>Parroquia urbana: Puerto Ayora<br>Parroquias rurales: Bellavista y Santa Rosa | Islas: San Cristóbal, Floreana / Santa María, Española, Santa Fe y Genovesa<br>Islotes: Roca León Dormido<br>Parroquia urbana: Puerto Baquerizo Moreno<br>Parroquias rurales: El Progreso y Santa María                              |
| Área                                   | 4,360 km <sup>2</sup>  | 985.6 km <sup>2</sup>  | 558 km <sup>2</sup>  |
| Altitud                                | 1,707 msnm   | 864 msnm   | 750 msnm   |
| Habitantes                             | 2,256  | 15,393   | 7,475  |
| Actividades económicas de la población | Servicios de acomodación y alimentación 13.8%<br>Agricultura, silvicultura, y pesca 13.6%<br>Comercio al por mayor y por menor 10.5%<br>Construcción 10.3%<br>Administración pública y defensa 10.1%<br>Transporte y almacenamiento 4.8% | Comercio al por mayor y por menor 13.3%<br>Servicios de acomodación y alimentación 9.8%<br>Transporte y almacenamiento 7.5%<br>Agricultura, silvicultura, y pesca 7.3%<br>Construcción 6.8%<br>Administración pública y defensa 6.4%     | Administración pública y defensa 18.7%<br>Comercio al por mayor y por menor 11.2%<br>Agricultura, silvicultura, y pesca 10.2%<br>Construcción 7.4%<br>Servicios de acomodación y alimentación 6.6%<br>Transporte y almacenamiento 6% |

Fuente: Elaboración propia a partir de [8]-[11]

De ahí, la importancia de esta investigación que busca proponer el emprendimiento sostenible como una alternativa para mantener un equilibrio entre las necesidades sociales de los habitantes y el sistema ecológico de la isla San Cristóbal. Para ello, se plantea dos objetivos específicos: 1) Describir los patrones culturales referentes al desarrollo socio-ecológico; y, 2) Describir las tendencias de comportamiento de la vida empresarial. Se espera que este trabajo contribuya a la investigación existente en el campo del emprendimiento sostenible.

## II. METODOLOGÍA

Esta investigación aplicó un diseño metodológico cualitativo-cuantitativo, no experimental, de tipo descriptivo [17]. El estudio cualitativo utilizó la observación y entrevista como herramientas de recolección de datos, bajo un muestreo no probabilístico; mientras que

el estudio cuantitativo utilizó encuestas mediante un muestreo probabilístico. El periodo de estudio comprende los años de 2010 a 2020, de corte transeccional.

En el año 2010, se realizó un trabajo de campo de tipo exploratorio para seleccionar la población a ser estudiada y las técnicas de recolección de la información. Primero, se realizaron entrevistas a profundidad semi estructuradas y por conveniencia a dos estudiantes galapagueños de la Carrera de Emprendedores de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil provenientes de la isla San Cristóbal. Estas entrevistas permitieron identificar educadores, autoridades, emprendedores, familias pioneras y otros expertos a ser entrevistados en el estudio de campo. Posteriormente, se efectuó una visita exploratoria a la isla San Cristóbal, en la que, a través del método de observación no participante, se estableció un bosquejo de la sociedad cristobaleña y las actividades principales de la población.

En los años 2011 y 2012, se ejecutó un estudio de campo en el que se llevaron a cabo entrevistas a profundidad y encuestas; así como, su procesamiento e interpretación.

Las entrevistas a profundidad fueron semi estructuradas y por conveniencia a diez personas referentes tomadas de los grupos de interés identificados en el estudio exploratorio. Si bien no existe una cantidad idónea de entrevistas para garantizar su representatividad [18], las diez entrevistas se consideraron suficientes al proporcionar información similar. El objetivo de las entrevistas fue generar conocimiento detallado de los expertos de los grupos de interés que pudiera ser triangulado con los resultados de las encuestas como criterio general de verificación y comprobación.

Las encuestas se realizaron a una muestra que se determinó de manera representativa mediante la fórmula Restituto Sierra Bravo [19]. La selección del grupo objetivo se hizo aleatoriamente, por un azar simple. El personal de campo fue un grupo de estudiantes voluntarios del Liceo Naval Galápagos quienes recibieron instrucciones específicas del estudio y se los entrenó en el uso correcto del cuestionario.

En los años 2013, 2014 y 2017, se visitó la isla para observar la existencia de cambios en relación a los hallazgos del estudio de campo anterior.

En los años 2015, 2016, 2018, 2019 y 2020, se mantuvo un monitoreo de base documental en los diferentes sitios web gubernamentales que llevan el seguimiento y control de las islas, así como la información periódica publicada por los diarios de mayor circulación de Ecuador.

Para evitar sesgos, los hallazgos de esta investigación fueron contrastados con una profunda revisión de la literatura existente.

El estudio cualitativo permitió establecer una cadena de evidencia de los fenómenos observados mediante la vinculación lógica de los patrones culturales identificados en la isla San Cristóbal; y, posteriormente, efectuar el análisis integral de la información, su interpretación y conceptualización inductiva.

El estudio cuantitativo permitió identificar tendencias del comportamiento en la isla San Cristóbal mediante el procesamiento estadístico de la recolección, tabulación, análisis e interpretación de datos.

### III. DEFINICIONES Y TEORÍAS

Las definiciones de emprendimiento sostenible han evolucionado desde el beneficio para la sociedad hacia un beneficio mutuo de empresa y sociedad. En principio, se lo define como un compromiso continuo de comportamiento ético para el desarrollo, a través de la mejora de la calidad de vida de los trabajadores, sus familias, la sociedad, el mundo en general y las generaciones futuras [20]. Posteriormente, se lo define como un enfoque holístico que permite obtener beneficios haciendo el bien [21]. Después, se da énfasis al emprendedor astuto que pone en marcha estrategias de marketing innovadoras para el manejo eficiente de operaciones ambientales que dan resultados diferenciadores en su entorno y en la sociedad [22]. Quien usa la innovación como aliado estratégico del emprendimiento sostenible para combatir barreras ambientales, socio-técnicas, entre otras [23].

Recientemente, se lo ha definido como un tipo de emprendimiento enfocado en las oportunidades de la preservación de la naturaleza, el apoyo a la vida y la comunidad que genera retribuciones económicas y no económicas para el individuo, la economía y la sociedad [24]; es decir, un proceso innovador que permite descubrir, evaluar y explotar oportunidades actuales dirigidas al logro de una economía más ecológica y socialmente sostenible [25].

Al hablar de una economía más ecológica y socialmente sostenible, se hace referencia a un sistema socio-ecológico. Este sistema involucra una dinámica entre el hombre y el medio ambiente, convirtiéndose en una parte integral de la resiliencia social [26]. La resiliencia abarca a las ciencias naturales y sociales, formando parte de un sistema adaptativo en el que interactúan las relaciones socio-naturales y socio-económicas [27], así como la capacidad de respuesta al cambio socio-ecológico en una nueva configuración [28].

Desde otro punto, las conexiones politizadas entre las presiones socio-ecológicas, la dinámica espacial y los patrones cambiantes del aparato estatal conducen a la gobernanza ambiental de la ecología política de la socio-natura [29]. A pesar de que la ecología política y el pensamiento de resiliencia divergen en sus compromisos normativos y su adhesión al pensamiento sistémico, ambos están involucrados en el área de la ecología del uso de la tierra [30]. Es así que, los vínculos conductuales de la articulación cultural con el medio ambiente llevan a modelos socio-ecológicos acoplados, que pueden proporcionar una teoría formal para ayudar a abordar los problemas socio-ecológicos emergentes del futuro [31].

Una propuesta de solución a los problemas socio-ecológicos es el emprendimiento sostenible. Los aspectos primordiales del desarrollo sostenible son económicos, sociales y ambientales [32]. Siendo el emprendedor sostenible el vínculo entre el emprendimiento y la sostenibilidad [33]; ya que, a través de la innovación y el poder transformador del emprendimiento, logra una equidad inter generacional para la preservación de la capacidad productiva de la tierra y las sociedades humanas [25].

El emprendimiento sostenible es una respuesta prometedora a los desafíos del desarrollo sostenible que

conducen a la innovación de las estructuras empresariales para garantizar un presente, asegurando el futuro [34]–[37]; combinando el emprendimiento empresarial, el emprendimiento social y la transformación empresarial para acelerar el cambio indispensable que haga al crecimiento económico más inclusivo [38]. Si bien, una transformación empresarial es necesaria, una transformación social es urgente y una transformación ambiental es vital; por lo que, el emprendimiento sostenible se postula como una oportunidad socio-ecológica que involucra los tres ejes transformadores del desarrollo sostenible.

En este sentido, para fomentar el emprendimiento sostenible es necesario capacitar a las personas. Hay una carencia de programas de entrenamiento que asistan a individuos motivados por el desarrollo sostenible que son potenciales emprendedores sostenibles [39]; es aquí, donde el rol de las universidades es protagónico [40]. Pero ¿en qué entrenarlos? Si bien el conocimiento emprendedor es necesario para ejecutar acciones emprendedoras, el conocimiento del medio natural y comunitario es esencial para que descubran oportunidades de desarrollo sostenible [41]. Y, ¿con qué objetivos entrenarlos? La integración secuencial de los objetivos ecológicos, sociales y económicos están dados por el reconocimiento de un problema social o ecológico, la creación de una oportunidad, el desarrollo de una solución de doble fondo y luego una triple línea de fondo, así como por la creación de una empresa sostenible o el ingreso a un mercado sostenible [42]. Finalmente, ¿cómo entrenarlos? Hay una responsabilidad en la educación emprendedora para promover los valores de sostenibilidad [43], siendo necesario un enfoque impulsado por los *stakeholders* para establecer los resultados del aprendizaje, las prioridades de evaluación y la asignación de recursos [44].

Un resultado emprendedor más productivo, logrado a través del emprendimiento, la innovación local, la cadena de valor global, el turismo sostenible y las políticas de inclusión social; puede conducir a un crecimiento social inclusivo, abordando tanto las perspectivas económicas como sociales y generando diferentes impactos sociales, especialmente, en las comunidades pobres de los destinos turísticos [45]. Por ejemplo, Ecuador, un país con un alto potencial turístico, ha desarrollado diferentes emprendimientos comunitarios a lo largo del país, muchos de ellos sustentables, desafortunadamente, no todos los lugares están protegidos como reservas naturales; y, dadas las condiciones de pobreza de las comunidades, emprendimientos improvisados podrían ser pagados por el medio ambiente.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. Descripción del desarrollo socio-ecológico en la isla San Cristóbal

Se efectuó una visita exploratoria, en la que, a través del método de observación no participante, se estableció un bosquejo de la sociedad cristobaleña.

La isla San Cristóbal es un santuario para las diferentes especies endémicas de las islas Galápagos; pero, lo que llama la atención son los lobos marinos, los cuales habitan en armonía con la población urbana, sin perturbarse los

unos a los otros. La población habita mayoritariamente en la parte urbana y en menor proporción en la parte rural. En general, los habitantes tienen un estilo de vida relajado y se dedican a trabajar en oficinas públicas, así como en actividades comerciales, turísticas, pesqueras y agrícolas. La isla San Cristóbal cuenta con dos escuelas, dos colegios (uno de ellos técnico), una extensión universitaria a la que acuden estudiantes extranjeros que participan en programas de estudio y turismo, así como acceso a educación universitaria a distancia de diferentes instituciones. Las edificaciones habitacionales, en su mayoría, están construidas con cemento. Los hoteles brindan comodidades básicas y los servicios de lujo son escasos. El número de turistas nacionales y extranjeros presentes en la isla San Cristóbal, era un número considerablemente menor a los presentes en la isla Santa Cruz, al momento de la observación.

Para describir los patrones culturales referentes al desarrollo socio-ecológico en la isla San Cristóbal, se efectuaron diez entrevistas a profundidad semi estructuradas, bajo un muestreo no probabilístico y por conveniencia, a expertos de los diferentes grupos de interés identificados preliminarmente, tales como: gestores educativos, autoridades y funcionarios públicos, emprendedores y familias pioneras. El número de entrevistas se limitó a diez no por su representatividad sino por la calidad de la información que se consideró suficiente, sustentado en el diseño metodológico que consta en la sección dos, de este trabajo. Las entrevistas fueron ejecutadas en su lugar de trabajo, con una duración promedio de veinte minutos cada una, durante los cuales se discutieron las siguientes temáticas:

1) *Las ramas económicas de mayor desarrollo en la isla, con sus posibles causas y consecuencias:* Se enfatizó que, el turismo y todas las actividades derivadas del mismo eran vitales para la isla. Los turistas eligen San Cristóbal como destino, ya que buscan mayor contacto con la naturaleza y porque no está tan saturada como Santa Cruz; sin embargo, no hay acuerdos entre las grandes operadoras y los hoteles u otros negocios locales para que los turistas sean atendidos por los cristobaleños.

2) *El tipo de capacitación ofertada en la isla, con sus posibles causas y consecuencias:* Se indicó que, en la isla se ha brindado capacitación esporádica, referente a una gran variedad de contenidos, sin una planificación, ni seguimiento; siendo las más representativas aquellas impartidas por la Cámara de Turismo y el Servicio de Rentas Internas, las cuales han aportado a formalizar, aunque en poca medida, los negocios locales.

3) *Recomendaciones para el desarrollo de un emprendimiento sostenible socio-ecológico, con sus posibles causas y consecuencias:* Se precisó que, en muchas ocasiones los cristobaleños han sentido que los animales, en especial los lobos marinos, tienen más derechos que las personas. Por otra parte, se dijo que, falta una cultura de hospitalidad y de formalidad, ya que muchos emprendedores ni siquiera saludan a sus clientes. Asimismo, manejan sus negocios de una manera completamente informal. Se acotó que, los jóvenes no tienen una visión de futuro y sus opciones de formación

superior en la isla son escasas; por lo que, un número importante migra a Ecuador continental para estudiar una carrera universitaria, pero muchos de ellos fracasan, no culminan sus estudios y regresan a la isla. Además, se indicó que, en otros casos, simplemente tienen hijos siendo muy jóvenes y buscan un ingreso fijo en alguna oficina de gobierno o cualquier actividad que les brinde algún tipo de ingreso para el día a día.

Por lo que, se recomendó realizar un estudio de necesidades para establecer un programa de capacitación que a su vez brinde asistencia técnica y que se ajuste a la realidad de la isla. De igual manera, se destacó la necesidad de brindar mayor guía y oportunidades a los jóvenes para que se formen profesionalmente de acuerdo a las necesidades de la isla, se eviten los embarazos juveniles, se reduzca la deserción estudiantil (especialmente a nivel universitario) y se alivie el sentimiento de “encierro” o “mal de isla”.

**B. Análisis descriptivo de la vida empresarial en la isla San Cristóbal**

Para describir las tendencias de comportamiento de la vida empresarial en la isla San Cristóbal, se realizó un análisis descriptivo bajo la técnica de encuesta. Como universo se estableció el número de patentes municipales en la isla San Cristóbal, siendo éstas 526, las cuales regulan toda actividad en la isla.

La selección del grupo objetivo se hizo aleatoriamente; para lo cual, el personal de campo recibió instrucciones específicas del estudio y se lo entrenó en el uso correcto del cuestionario.

Se estableció como muestra 179 encuestas, con un error de +/- 6,08%, de acuerdo al cálculo que se presenta en la TABLA II.

TABLA II  
TAMAÑO DE LA MUESTRA

|                      |    |       |               |
|----------------------|----|-------|---------------|
| Tamaño muestra       | n= | 179   |               |
| Número de sigmas "s" | s= | 2     |               |
| Variabilidad "p"     | p= | 0,50  | % n/N= 34,01% |
| Margen de error      | e= | 6,08% |               |
| Variabilidad "q"     | q= | 0,50  |               |
| Universo             | N= | 526   |               |

Fuente: Elaboración propia partir de la fórmula Restituto Sierra Bravo [19]

El 60,89% de los encuestados eran los propietarios de los negocios, siendo su edad promedio 47 años; el 42,20% de los encuestados nacieron en San Cristóbal y el 18,35% en Guayaquil. En promedio, los negocios que fueron encuestados tienen una antigüedad de diez años, en los que, el 92,18% de los propietarios actuales son los fundadores de los negocios, es decir, que la transgeneración empresarial es de primera generación. La mayoría de los negocios operan como persona natural, donde el 88,27% cuenta con un Registro Único de Contribuyente (RUC). Los negocios son considerados micro-emprendimientos; ya que, el promedio de trabajadores es de dos empleados, en la mayoría de los casos, incluyendo al propietario y a otro miembro de la familia.

La Fig. 1 muestra la representación de las actividades a las que se dedican los negocios encuestados en la isla San Cristóbal. Además, este diagrama hace notorio que la actividad económica principal de los cristobaleños es el comercio.

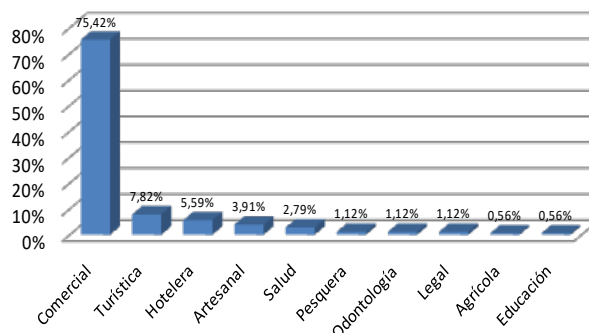


Fig. 1. Actividades económicas. Fuente: Elaboración propia partir de los resultados de las encuestas

De los negocios encuestados, apenas un 38,55% ha recibido algún tipo de capacitación.

**C. Equilibrio entre las necesidades sociales de los habitantes y el sistema ecológico en la isla San Cristóbal**

En Puerto Baquerizo Moreno, Isla San Cristóbal, se realizó, en el año 2010, la “Primera Cumbre de Turismo Sostenible”, con el objetivo de promover un nuevo modelo de ecoturismo en Galápagos [46]. Posteriormente, se creó la “Carta de Ecoturismo para Galápagos”, la cual plantea tres estrategias fundamentales: 1) un mayor involucramiento de la comunidad para una participación equitativa de los beneficios, 2) la protección del entorno natural; y, 3) el compromiso de responsabilidad de todos [46].

Estas iniciativas sostenibles combaten la problemática socio-ecológica que afecta la isla, tales como: el crecimiento poblacional y turístico, que genera un incremento en la utilización de servicios básicos, alimentos, transportación y personal, que a su vez genera un mayor riesgo de introducción de agentes patógenos; y, otros problemas como las actividades fuera del orden legal y el agotamiento de recursos [47].

De acuerdo al Observatorio de Turismo Galápagos, en el año 2014, el 70% de los turistas que llegaron a Galápagos fueron extranjeros, en comparación del 30% de turistas nacionales; mientras que, en el año 2016, los turistas extranjeros alcanzaron el 69%, en comparación del 31% de turistas nacionales; y, en el año 2018, los turistas extranjeros alcanzaron el 66%, en comparación del 34% de turistas nacionales. En el año 2010, los arribos turísticos fueron 61,574, en comparación del año 2018 que alcanzaron 93,780 arribos turísticos. Para tener una idea, en el año 2016, hubo 68,599 arribos turísticos, lo cual representó 218,365 turistas nacionales y extranjeros, atendidos por 315 alojamientos, 152 restaurantes y bares, así como 176 embarcaciones [48].

La isla San Cristóbal, a través de su Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, ha llevado a cabo importantes proyectos sostenibles, tales como: el eco

malecón, el tratamiento de residuos, el control de especies introducidas, los eco senderos, los molinos de viento para la producción de energía eólica, el cambio de patentes de pesca comercial por pesca deportiva, entre otros [49]. El esfuerzo de los colonos, la dirección de las autoridades, el apoyo del gobierno y los organismos internacionales, así como el deseo de los turistas por preservar el encanto de las islas, han hecho posible que gradualmente se haya implementado con éxito un modelo de emprendimiento sostenible en la isla San Cristóbal, cuya naturaleza de negocio es el ecoturismo, dado que del mismo se derivan todas las demás actividades económicas.

Estos esfuerzos se han visto opacados por la flota china de 260 barcos pesqueros [50], mayor a la de 245 barcos pesqueros del año anterior [51], que pescan y faenan en el límite de la zona económica exclusiva de las Islas Galápagos, Patrimonio Natural de la Humanidad y Reserva de la Biosfera, causando la muerte de las especies que hacen de Galápagos su santuario, además de la basura arrojada al mar que llega a las islas; lo que, a pesar de indignar al mundo, únicamente se ha logrado una moratoria pesquera de tres meses [52].

## V. CONCLUSIONES

La contribución a la investigación existente para el fomento del emprendimiento sostenible fue planteada como el objetivo general de este trabajo. La mayor dificultad para su realización fue la distancia de la isla San Cristóbal y las restricciones presupuestarias para nuevos estudios de campo. El estudio se limitó a la isla San Cristóbal y al emprendimiento sostenible como objeto de estudio.

La revisión de la literatura permitió establecer el emprendimiento sostenible como un vínculo que unifica al sistema social y al sistema ecológico. Mientras que, los resultados y la discusión mejoran la comprensión de la estructura, función y dinámica de la comunidad cristobaleña. Esta investigación se enfoca en San Cristóbal, por ser un punto medio entre el mayor desarrollo de Santa Cruz y el menor desarrollo en Isabela. Es por ello que, sus resultados no son generalizables, a pesar de que las islas Galápagos tienen el mismo ecosistema, se rigen bajo la misma ley y las actividades económicas de la población son similares.

Los cristobaleños reconocen la necesidad de un programa de capacitación integral enfocado en las necesidades de la isla y que provea tanto de capacitación como de asistencia técnica. Lo que es congruente a la revisión de la literatura que, entre otros, enfatiza a la capacitación en sostenibilidad como una oportunidad para emprender en esta línea.

En la isla San Cristóbal, los emprendimientos son en gran medida jóvenes, es decir, están en la primera generación. Asimismo, gran parte de los negocios existentes en la isla son micro-negocios o micro-emprendimientos, con poco o nada de formalidad, cuyos ingresos son de subsistencia. Los negocios pequeños, medianos y grandes tienen más de diez años de existencia y corresponden a pocas familias de la isla. Es por ello necesario, promover el emprendimiento sostenible en la isla para brindar oportunidades equitativas a todos los

cristobaleños, aprovechando el auge turístico de los últimos años; ya que, el emprendimiento sostenible permite desarrollar ideas de negocios que además de brindar ingresos, conservan y preservan el medio ambiente

Encontrar e implementar estrategias de emprendimiento sostenible para balancear el sistema ecológico y el sistema social, es un desafío que involucra un círculo virtuoso de actores. La educación desde la familia, las instituciones educativas en todo nivel, la comunidad, las empresas, los medios de comunicación y el gobierno son actores fundamentales para promover el emprendimiento sostenible como una oportunidad socio-ecológica.

Para Ecuador, en el caso específico de la isla San Cristóbal de la Provincia de Galápagos, debe ser menester conjugar la oportunidad de emprender con la responsabilidad de proteger el entorno como su fuente continua de recursos que dan sentido a su vida empresarial y a su desarrollo socio-ecológico. Por lo que, la capacitación y el acompañamiento fruto de una planificación orientada a las necesidades reales de las comunidades brindan una oportunidad socio-ecológica que se materializa en el emprendimiento sostenible.

Los habitantes de San Cristóbal son conscientes de la necesidad de cuidar su entorno para garantizar la continuidad de su vida emprendedora y mejorar su desarrollo social y ecológico. Se recomienda estudios prospectivos para promover el emprendimiento sostenible mediante estrategias socio-ecológicas de desarrollo.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue financiado parcialmente por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que, en el año 2011, patrocinó el Proyecto Semilla "Diagnóstico de la Capacitación de la Micro-Empresa de la Isla San Cristóbal en las Islas Galápagos". Todas las visitas y otros gastos de investigación, a partir del año 2012, fueron financiados con fondos propios. Durante el año 2020, el Instituto Superior Tecnológico Lemas brindó apoyo institucional en tiempo de dedicación para la realización de esta publicación.

La autora desea expresar su agradecimiento al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de San Cristóbal, con especial atención a quien fuera su muy distinguido alcalde, el Ab. Pedro Zapata Rumipamba, quien proporcionó información de las patentes municipales y brindó su colaboración mediante dos entrevistas en años diferentes.

## REFERENCIAS

- [1] Instituto Oceanográfico de la Armada, *Derrotero de la Costa Continental e Insular del Ecuador*, 6ta ed. Quito: INOCAR, 2011.
- [2] Congreso Nacional de la República del Ecuador, "Creación del Parque Nacional Galápagos. Decreto Ley de Emergencia No. 17 del 4 de julio de 1959." Ecuador, Registro Oficial No. 873 del 20 de julio de 1959, 1959.
- [3] Presidencia de la República del Ecuador, "Creación de la Provincia de Galápagos. Decreto Supremo No. 164 de 18 de febrero de 1973." Ecuador, Registro Oficial No. 256 de 28 de febrero de 1973, 1973.
- [4] Ministerio de Agricultura y Ganadería, "Recopilación de Leyes de Parques Nacionales, Reservas y Conservación de Flora y Fauna Silvestres del Ecuador, 1926-1977." Ecuador, Acuerdo Ministerial 690-A de 1977, 1977.
- [5] F. Dobronski, "Declaratoria de las Islas Galápagos Patrimonio



- Natural de la Humanidad.” Ecuador, Ministerio de Educación y Cultura del Ecuador, 28, 1979.
- [6] C. Rosero and I. Gutiérrez, “Bienes y servicios ecosistémicos en las reservas de biosfera del Ecuador, Dirección Nacional de Biodiversidad, Ministerio del Ambiente Ecuador,” en *Reservas de la Biosfera en Iberoamerica*, UNESCO, Ed. Chile, 2010, pp. 69–86.
- [7] Fundación Charles Darwin, “Historia y Logros Institucionales.” 2019. [En línea]. Disponible: <http://www.darwinfoundation.org/es/nosotros/historia-y-logros/>. [Accedido: 30-Agosto-2020].
- [8] Instituto Nacional de Estadística y Censos, “VII Censo de Población y VI de Vivienda,” Quito, 2010.
- [9] Gobierno Municipal Isabela Galápagos, “Turismo,” 2019. [En línea]. Disponible: <http://www.gadisabela.gob.ec/index.php/turismo>. [Accedido: 30-Agosto-2020].
- [10] Gobierno Municipal Santa Cruz Galápagos, “Resumen de la Historia del Canton Santa Cruz,” 2014. [En línea]. Disponible: <http://www.gadsantacruz.gob.ec/puerto-ayora/historia/>. [Accedido: 30-Agosto-2020].
- [11] Gobierno Municipal San Cristóbal Galápagos, “Reseña Histórica.” 2015. [En línea]. Disponible: <http://www.sancristobalgalapagos.gob.ec/web/index.php/sancristobal/2015-04-06-15-01-20/resena-historica>. [Accedido: 30-Agosto-2020].
- [12] Asamblea Nacional de la República del Ecuador, “Leyes Aprobada,” 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas>.
- [13] UNESCO, “Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural,” 1972.
- [14] Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, “Entidades Adscritas,” 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.gobiernogalapagos.gob.ec/entidades-adscritas/>. [Accedido: 31-Agosto-2020].
- [15] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, “Estructura Orgánica de la Función Ejecutiva de la República del Ecuador,” 2019. [En línea]. Disponible: [https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/SIE\\_OrganigramaFE\\_28022\\_019-123.pdf](https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/SIE_OrganigramaFE_28022_019-123.pdf). [Accedido: 31-Agosto-2020].
- [16] Secretaría Técnica de Cooperación Internacional, “Organizaciones No Gubernamentales,” 2017. [En línea]. Disponible: <http://www.cooperacioninternacional.gob.ec/organizaciones-no-gubernamentales-2/>. [Accedido: 21-Enero-2017].
- [17] C. A. Monje Álvarez, *Metodología de la Investigación Cuantitativa y Cualitativa Guía didáctica*. Neiva, Huila, Colombia: Universidad Surcolombiana, 2011.
- [18] E. R. Babbie, *The Practice of Social Research*, 13th ed. Belmont: Wadsworth Cengage Learning, 2013.
- [19] R. Sierra Bravo, *Técnicas de Investigación Social: Teoría y Ejercicios*, 14a ed. Madrid: Paraninfo, 2001.
- [20] E. Crals and L. Vereeck, “The affordability of sustainable entrepreneurship certification for SMEs,” *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.*, vol. 12, no. 2, pp. 173–183, 2005.
- [21] I. N. Katsikis and L. Kyrgidou, “The Concept of Sustainable Entrepreneurship: A Conceptual Framework and Empirical Analysis,” *Acad. Manag. Proc.*, vol. 2007, no. 1, pp. 1–6, 2007.
- [22] D. Y. Choi and E. R. Gray, “The venture development processes of ‘sustainable’ entrepreneurs,” *Manag. Res. News*, vol. 31, no. 8, pp. 558–569, 2008.
- [23] F. Lüdeke-Freund, “Sustainable entrepreneurship, innovation, and business models: Integrative framework and propositions for future research,” *Bus. Strateg. Environ.*, vol. 29, no. 2, pp. 665–681, Feb. 2020.
- [24] D. A. Shepherd and H. Patzelt, “The New Field of Sustainable Entrepreneurship: Studying Entrepreneurial Action Linking ‘What Is to Be Sustained’ With ‘What Is to Be Developed,’” *Entrep. Theory Pract.*, vol. 35, no. 1, pp. 137–163, 2011.
- [25] T. J. Dean, “Sustainability and Entrepreneurship,” in *Wiley Encyclopedia of Management*, Third Edit., vol. 3, no. 1–3, D. H. Morris and D. H. Kuratko, Eds. 2015.
- [26] M. Cote and A. J. Nightingale, “Resilience thinking meets social theory: Situating social change in socio-ecological systems (SES) research,” *Prog. Hum. Geogr.*, vol. 36, no. 4, pp. 475–489, 2012.
- [27] M. Welsh, “Resilience and responsibility: governing uncertainty in a complex world,” *Geogr. J.*, vol. 180, no. 1, pp. 15–26, 2014.
- [28] D. Sage, I. Sircar, A. Dainty, P. Fussey, and C. Goodier, “Understanding and enhancing future infrastructure resiliency: a socio-ecological approach,” *Disasters*, vol. 39, no. 3, pp. 407–426, 2015.
- [29] A. A. R. Ioris, “Theorizing state-environment relationships Antinomies of flexibility and legitimacy,” *Prog. Hum. Geogr.*, vol. 39, no. 2, pp. 167–184.
- [30] M. D. Turner, “Political ecology I An alliance with resilience?,” *Prog. Hum. Geogr.*, vol. 38, no. 4, pp. 616–623, 2014.
- [31] T. M. Waring and P. J. Richerson, “Towards Unification of The Socio-Ecological Sciences: The Value of Coupled Models,” *Geogr. Ann. Ser. B, Hum. Geogr.*, vol. 93, no. 4, pp. 301–314, 2011.
- [32] United Nations, “Sustainable Development Goals Report 2020,” 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.un.org/development/desa/publications/publication/sustainable-development-goals-report-2020>. [Accedido: 30-Agosto-2020].
- [33] K. Richomme-Huet and J. De Freyman, “A Fourth Way Between Regular, Social and Green Entrepreneurs: The Sustainable Entrepreneur,” in *ICSB World Conference Proceedings*, 2010, pp. 1–14.
- [34] A. Gerlach, “Sustainability entrepreneurship in the context of emissions trading,” in *Emissions Trading and Business*, R. Antes, B. Hansjürgens, and P. Letmathe, Eds. Heidelberg, Germany: Physica-Verlag HD, 2006, pp. 73–87.
- [35] M. Wagner and S. Schaltegger, “Classifying Entrepreneurship for the Public Good: Empirical Analysis of a Conceptual Framework,” *J. Small Bus. Entrep.*, vol. 23, no. 3, pp. 431–443, 2010.
- [36] S. Schaltegger and M. Wagner, “Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions,” *Bus. Strateg. Environ.*, vol. 20, no. 4, pp. 222–237, 2011.
- [37] J. Halla and M. Wagner, “Editorial: The Challenges and Opportunities of Sustainable Development for Entrepreneurship and Small Business,” *J. Small Bus. Entrep.*, vol. 25, no. 4, pp. 409–416, 2012.
- [38] J. S. McMullen, “Delineating the Domain of Development Entrepreneurship: A Market-Based Approach to Facilitating Inclusive Economic Growth,” *Entrep. Theory Pract. Spec. Issue Futur. Entrep.*, vol. 35, no. 1, pp. 185–193, 2011.
- [39] K. Richomme-Huet and J. De Freyman, “What Sustainable Entrepreneurship Looks Like: An Exploratory Study from a Student Perspective,” *Int. Stud. Entrep.*, vol. 29, pp. 155–177, 2014.
- [40] M. Wagner, S. Schaltegger, E. G. Hansen, and K. Fichter, “University-linked programmes for sustainable entrepreneurship and regional development: how and with what impact?,” *Small Bus. Econ.*, pp. 1–18, Nov. 2019.
- [41] H. Patzelt and D. A. Shepherd, “Recognizing Opportunities for Sustainable Development,” *Entrep. Theory Pract.*, vol. 35, no. 4, pp. 631–652, 2014.
- [42] F. Martin Belz and J. K. Binder, “Sustainable Entrepreneurship: A Convergent Process Model,” *Bus. Strateg. Environ.*, vol. 26, no. 1, pp. 1–17, 2015.
- [43] F. Lourenço, “To challenge the world view or to flow with it? Teaching sustainable development in business schools,” *Bus. Ethics A Eur. Rev.*, vol. 22, no. 3, pp. 292–307, 2013.
- [44] N. Duval-Couetil, “Assessing the Impact of Entrepreneurship Education Programs: Challenges and Approaches,” *J. Small Bus. Manag. Spec. Issue Meas. Impact Entrep. Educ.*, vol. 51, no. 3, pp. 394–409, 2013.
- [45] J. Hall, S. Matos, L. Sheehan, and B. Silvestre, “Entrepreneurship and Innovation at the Base of the Pyramid: A Recipe for Inclusive Growth or Social Exclusion?,” *J. Manag. Stud.*, vol. 49, no. 4, pp. 785–812, 2012.
- [46] J. C. García, D. Orellana, and E. Araujo, “El nuevo modelo de turismo: Definición e implementación de los principios del ecoturismo en Galápagos,” in *Informe Galápagos 2011-2012*, Puerto Ayora, Galápagos, Ecuador: Dirección del Parque Nacional Galápagos, Consejo de Gobierno del Régimen Especial de Galápagos, Fundación Charles Darwin, y Galapagos Conservancy, 2013, pp. 94–99.
- [47] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, “Documento de trabajo,” Quito, 2010.
- [48] Observatorio de Turismo Galápagos, “Estadísticas proporcionadas por la Dirección del Parque Nacional Galápagos y el Ministerio de Turismo del Ecuador,” 2020. [En línea]. Disponible:

- <https://www.observatoriogalapagos.gob.ec/>. [Accedido: 31-Agosto-2020].
- [49] P. Zapata Rumipamba, "Proyectos Sostenibles del Cantón San Cristóbal." San Cristóbal, p. Entrevista, 2014.
- [50] El Universo, "Flota china en Galápagos: cuáles son los vacíos legales que tiene Ecuador en la pesca en alta mar | Ecuador | Noticias | El Universo," 11-Agosto-2020. [En línea]. Disponible: <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/08/11/nota/7937103/flota-china-galapagos-cuales-son-vacios-legales-que-tiene-ecuador>. [Accedido: 01-Septiembre-2020].
- [51] El Comercio, "La Armada detecta 245 barcos pesqueros chinos al borde del límite marítimo ecuatoriano | El Comercio," 21-Marzo-2019. [En línea]. Disponible: <https://www.elcomercio.com/actualidad/armada-flotas-pesqueras-china-galapagos.html>. [Accedido: 01-Septiembre-2020].
- [52] El Mercurio, "China aplicará una moratoria pesquera de tres meses frente a Galápagos | Diario El Mercurio," 05-Agosto-2020. [En línea]. Disponible: <https://ww2.elmercurio.com.ec/2020/08/05/china-aplicara-una-moratoria-pesquera-de-tres-meses-frente-a-galapagos/>. [Accedido: 01-Septiembre-2020].

# **INFORMACIÓN PARA AUTORES**

---



## Evaluación por pares

*La Revista Tecnológica Espol - RTE es una revista arbitrada que se rige por el sistema doble par anónimo. Los artículos enviados por los autores son evaluados en previamente por el Comité de Redacción para comprobar si se ajustan a las normas de edición y a las políticas temáticas de la revista. Cuando el artículo pasa ese primer filtro es enviado a dos evaluadores externos expertos en la temática abordada por el autor. Para cumplir y defender la ética de la investigación, estos evaluadores son siempre ajenos a la institución a la que pertenece el autor y son los encargados de dictaminar si responde a los intereses científicos de la revista y procede su publicación. En la valoración final, los revisores deciden entre las siguientes opciones: publicable, publicable con modificaciones menores, publicable con modificaciones mayores o no publicable. En el caso de que haya disparidad de opinión entre revisores del Comité Científico, se someterá al juicio de un tercer experto, que dirimirá en conflicto de pareceres.*

## Derechos de autor (Copyright)

*Los originales publicados, en las ediciones impresa y electrónica, de la **Revista Tecnológica Espol - RTE**, son propiedad de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Guayaquil, República del Ecuador, siendo absolutamente necesario citar la procedencia en cualquier reproducción parcial o total de los contenidos (textos o imágenes) publicados. **RTE** proporciona un acceso abierto e inmediato a su contenido, pues creemos firmemente en el acceso público al conocimiento, lo cual no obsta para que la cita de la fuente sea obligatoria para todo aquél que desee reproducir contenidos de esta revista.*

*De igual modo, la propiedad intelectual de los artículos o textos publicados en la revista **RTE** pertenece al/la/los/las autor/a/es/as.*

*Esta circunstancia ha de hacerse constar expresamente de esta forma cuando sea necesario.*

*Todo el contenido de **RTE** mantiene una licencia de contenidos digitales otorgada por Creative Commons.*



*Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional*

## Directrices para autores

---

Los textos postulados deben:

1. *Corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación.*
2. *Ser originales e inéditos.*
3. *Sus contenidos responden a criterios de precisión, claridad y brevedad.*

Se clasifican en:

**3.1 Artículos.** *En esta sección se publican:*

**3.1.1 Artículos de investigación científica o tecnológica:** *presenta de manera detallada los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro aportes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.*

**3.1.2 Artículo de reflexión o ensayo:** *presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico recurriendo a fuentes originales.*

**3.1.3 Artículo de revisión:** *resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no, ya sea en el campo científico, artístico o artístico tecnológico, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo.*

## Próximo Llamado

---

### PROGRAMACIÓN

Vol. 33, N° 1

- I. *Convocatoria abierta: hasta el 15 de abril de 2021.*
- II. *Notificación de artículo seleccionado por pares ciegos: hasta el 15 de mayo de 2021.*
- III. *Publicación del artículo: 30 de junio de 2021.*





espol



[rte.espol.edu.ec](http://rte.espol.edu.ec)