

# TECNOLOGÍAS INCLUSIVAS

## CONSTRUYENDO UN FUTURO EDUCATIVO ACCESIBLE

---

**ISBN: 978-607-59333-4-4**

Mónica Adriana Carreño León  
Jesús Andrés Sandoval Bringas  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez



Mónica Adriana Carreño León  
Jesús Andrés Sandoval Bringas  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez

## **Tecnologías Inclusivas: Construyendo un futuro educativo accesible**

Editado por



**Tecnologías Inclusivas: Construyendo un futuro educativo accesible.**

Mónica Adriana Carreño León  
Jesús Andrés Sandoval Bringas  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez

**Diseño editorial**

Francisco Javier Colunga Gallegos

**Diseño de portada**

Autor: Mónica Andrea Sandoval Carreño

**D.R. © Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.**

Calle Porfirio Díaz No. 140 Poniente,  
Colonia Nochebuena,  
Delegación Benito Juárez.  
Ciudad de México, México.  
C.P. 03720  
Teléfono: 01 (55) 5615 – 7489

**Obra con derechos reservados, prohibida su reproducción total o parcial sin permiso escrito de los editores.**

Editado en Ciudad de México, México. Made in México City, México. Junio de 2025.

**ISBN: 978-607-59333-4-4**

## Contenido

<b>PRÓLOGO</b> .....	7
<b>COMITÉ EDITORIAL</b> .....	8
<b>COMITÉ REVISOR</b> .....	9
<b>DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA WEB (INSIGNIA) PARA LA TRADUCCIÓN DEL ESPAÑOL A LA LENGUA DE SEÑAS MEXICANA MEDIANTE PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL</b> .....	10-21
Israel Duran Encinas, J. Andrés Sandoval Bringas, Mónica A. Carreño León, Arturo I. de Casso Verdugo y Jonathan G. Soto Muñoz	
<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT CARTESIANO PARA IMPRESIÓN BRAILLE A PARTIR DE UN TEXTO ALFANUMÉRICO</b> .....	22-29
Flores-Medina Pablo Jonatan, Becerra-Tapia Víctor y Peñaloza-Mendoza Guillermo Rey	
<b>ECOBUBBLES ADVENTURES: AN EDUCATIONAL VIDEO GAME TO TEACH CHILDREN WITH ASD ABOUT ENVIRONMENTAL CARE</b> .....	30-41
Samuel Montané Baños , Mónica A. Carreño León, Fabián Ramírez Flores and Marina A. Beltrán Moreno	
<b>CLASSIFICATION OF MOTOR IMAGERY SIGNALS AS AN ALTERNATIVE TO INCLUSION</b> .....	42-50
Torres Soto Aurora, Torres Soto M. Dolores, Arellano Serna V. Isabel, Gómez Cajero Gerardo, Juárez de la Rosa A. Eduardo	
<b>MACHINE LEARNING EN MANEJO DE SEÑALES ELECTROENCEFALOGRÁFICAS PARA DESARROLLO DE INTERFACES INCLUSIVAS</b> .....	51-62
María Dolores Torres Soto and Aurora Torres Soto	
<b>ANALYSIS OF THE IMPACT OF TEACHER MOTIVATION ON THE PERFORMANCE OF HIGHER EDUCATION STUDENTS</b> .....	63-73
Jonathan G. Soto Muñoz, Jesús A. Sandoval Bringas, Monica A. Carreño León, Israel Duran Encinas and Arturo I. De Casso Verdugo	
<b>AVENTURAS DIGITALES: SCRATCH PROGRAMMING FOR BOYS AND GIRLS FROM URBAN AND RURAL SCHOOLS IN THE MUNICIPALITY OF LA PAZ</b> .....	74-81
Italia Estrada Cota, A. Alejandro Leyva Carrillo, Mónica A. Carreño León, J. Andrés Sandoval Bringas	

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN COMEDOR INCLUSIVO EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT .....82-90**

Patricia Robles Rosales, Nicolás Daniel Lora Ledón, Livia Margarita Maldonado Duarte y Armando Ramírez Jiménez

**ELEMENTOS A CONSIDERAR EN EL DESARROLLO DE UN VIDEOJUEGO SERIO PARA EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS .....91-102**

Velázquez Amador Cesar Eduardo, Castañeda García Alejandro, Muñoz Arteaga Jaime, Álvarez Rodríguez Francisco Javier, Cardona Salas Juan Pedro

**EXPLORING CREATIVITY'S MEDIATING ROLE: HOW LINGUISTIC SKILLS AND CHATGPT EFFICIENCY IMPACT ACADEMIC PERFORMANCE ..103-112**

Gutiérrez-Aguilar, O., Chicana-Huanca, S. Delgado Delgado, F., Gutiérrez-Aguilar, A., Chicana-Huanca, B. and Duche-Pérez. A.

**RECUPERACIÓN DE LA TRADICIÓN ORAL A PARTIR DE MITOS Y LEYENDAS EN EL NIVEL DE BÁSICA PRIMARIA, POR MEDIO DEL TABLERO URBAN WHITECITY AR Y TEXTOS MULTIMODALES ..... 113-121**

Polanco Herrera Carlos Enrique and Cajas Muñoz Dary Yaneth

**REMEDIAL INTERVENTION BASED ON EXECUTIVE FUNCTIONS AT THE COLLEGE LEVEL ..... 122-129**

Pedro Cardona, Cesar Velázquez, Jaime Muñoz, Francisco Álvarez, and Guillermo Domínguez

**STUDENT PERCEPTION OF INCLUSIVE TEACHING PRACTICE AT UABCS-DASC ..... 130-140**

A. Alejandro Leyva-Carrillo, Mónica A. Carreño-León, J. Andrés Sandoval-Bringas, Italia Estrada-Cota, German Espinoza-Monteverde

**THE MEDIATING ROLE OF ENGAGEMENT WITH TIKTOK BETWEEN ADDICTION, EVASION, AND DIGITAL READINESS IN SCHOOL ENGAGEMENT IN SECONDARY STUDENTS..... 141-150**

Gutiérrez-Aguilar, O., Chicana-Huanca, S., Ontiveros-Aparicio, W., Gutiérrez-Aguilar, A. and Duche-Pérez. A.

**EDUCATIONAL WEBSITES AND THE IMPORTANCE OF USER- CENTERED DESIGN ..... 151-162**

Teresita Álvarez Robles, Enrique Olachea Santa Ana, Francisco Álvarez Rodríguez, Ángel Geovani Medellín Marcial and Andrés Sandoval Bringas

**IMPLEMENTACIÓN DE IA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD EN AMBIENTES INDUSTRIALES: AVANCES PRELIMINARES .....**  
.....163-171

Samuel E. Flores Cruz, Karla A. Aguirre Huamani, Marysol Sulca Quinto, Azucena C. Zúñiga Fernández, Adriana S. Aguirre Ramírez, Adrian F. Inca Espichan, Juan E. Reto Tupia, y Martín D. Arteaga Tupia

**INCLUSIVE TECHNOLOGY FOR FOOTWEAR SECTOR OF MICRO AND SMALL BUSINESSES IN THE IN PERU .....** 172-178

Lorenzo Zavaleta-Orbegoso, David De la Cruz-Montoya

**ICTS AS A FACTOR OF FINANCIAL ECONOMIC INCLUSION .....** 179-186

David De la Cruz Montoya y Lorenzo Zavaleta Orbegoso

**PREVENCIÓN CONTRA LAS ESTAFAS ELECTRÓNICAS EN ADULTOS MAYORES: APROXIMACIÓN A UN MODELO EDUCATIVO DE ALFABETIZACIÓN DIGITAL .....** 187-196

Alonso Vílchez-Vera, Francisco Paredes-León, Roy Martínez, Luiggi Moreno and Saara Huaches

**RETOS DIGITALES: EDUCACIÓN FINANCIERA E INCLUSIÓN FINANCIERA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LIMA SUR .....** 197-204

Olórtegui Alcalde Luis Miguel, Saldaña Narro Julio Brayan y Riva Nole Luciana Stephanie

**TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC) Y PERCEPCIÓN DE COMPETITIVIDAD EN UNIVERSITARIOS BANCARIZADOS DE LIMA SUR .....** 205-212

Saldaña Narro Julio Brayan, Olórtegui Alcalde Luis Miguel y De La Cruz Rodríguez Livia Victoria

**EMPODERAMIENTO DE LA PALABRA MEDIANTE EL USO DE LAS TIC EN EL SEMILLERO LITERARIO LICEÍSTA .....** 213-219

Carlosama Martínez María Eugenia

## PRÓLOGO

En un mundo en constante transformación, la educación se enfrenta al desafío de adaptarse e innovar. La tecnología, más allá de ser una herramienta, se ha convertido en un agente de cambio que redefine las formas de enseñar, aprender y construir conocimiento. En este contexto, el Congreso Internacional de Tecnología e Innovación Educativa (CONTIE) se consolida como un espacio de diálogo, reflexión y proyección sobre las tendencias que marcan el presente y el futuro de la educación.

El presente libro, resultado de la edición 2024 del CONTIE, reúne una colección de trabajos que dan cuenta del compromiso de investigadores, docentes, profesionales y estudiantes con la mejora continua de los procesos educativos. Las experiencias aquí compartidas se inscriben en una amplia diversidad de contextos, metodologías y enfoques, lo que enriquece el panorama de la innovación educativa.

Cada capítulo es un testimonio del esfuerzo por integrar la tecnología con sentido pedagógico, por repensar las prácticas docentes desde la colaboración, la inclusión y la creatividad, y por construir comunidades de aprendizaje resilientes y sostenibles. Este volumen no solo documenta el estado actual de la investigación y la práctica educativa, sino que también inspira nuevas rutas para transformar la enseñanza y el aprendizaje.

En la Ciudad de México, México., a 8 de julio de 2024.

Mónica Adriana Carreño León

Jesús Andrés Sandoval Bringas

Francisco Javier Álvarez Rodríguez

**Red Internacional de Tecnologías Inclusivas y Educación**

**RITIE**

## **COMITÉ EDITORIAL**

### **COSTA RICA**

**Instituto Tecnológico de Costa Rica**

Mario Roberto Chacón Rivas

### **ESPAÑA**

**Universidad Castilla La Mancha - Albacete**

María Dolores Lozano Pérez

### **MÉXICO**

**Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey**

Cristina Gehibie Reynaga Peña

**Universidad Autónoma de Aguascalientes**

Francisco Javier Álvarez Rodríguez

**Universidad Autónoma de Baja California Sur**

Mónica Adriana Carreño León

Jesús Andrés Sandoval Bringas

**Universidad Autónoma de Nayarit**

María Francisca Yolanda Camacho González

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

María de Jesús Ochoa Oliva

**Universidad Veracruzana**

José Rafael Rojano Cáceres

## COMITÉ REVISOR

Amado Alejandro Leyva Carrillo - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Arturo de Casso Verdugo - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Aurora Torres Soto - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Brenda Cecilia Lara Rubio - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Carlos Sandoval Bringas - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
César Eduardo Velázquez Amador - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Francisco Javier Álvarez Rodríguez – Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Israel Durán Encinas - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Italia Estrada Cota - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Jaime Muñoz Arteaga – Universidad Autónoma de Aguascalientes  
José Eder Guzmán Mendoza – Universidad Politécnica de Aguascalientes  
José Rafael Rojano Cáceres - Universidad Veracruzana  
Jesús Andrés Sandoval Bringas - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Jonathan Geovanni Soto Muñoz - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Julio César Ponce Gallegos - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Luis Roberto Ramos Aguilar - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Manuel Jesús Ibarra Cabrera – Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac  
Manuel Salvador Romero Navarro - Benemérita Escuela Normal Urbana  
María de Jesús Ochoa Oliva – Universidad Autónoma de Nuevo León  
María Dolores Lozano Pérez – Universidad de Castilla La Mancha  
María Dolores Torres Soto - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
María Libertad Aguilar Carlos - Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Mario Chacón Rivas - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Míriam Maray Carreño León - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Mónica Adriana Carreño León - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Mónica Ivett Salinas Rodríguez - Universidad Autónoma de Nuevo León  
Patrick C. K. Hung – Universidad Tecnológica de Ontario  
Perla Aguilar Navarrete - Universidad Autónoma de Nayarit  
Samuel Montané Baños - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Sofía Flores Solórzano - Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Teresita de Jesús Álvarez Robles - Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Yolanda Francisca Camacho González – Universidad Autónoma de Nayarit

# Desarrollo de una plataforma web (Insignia) para la traducción del español a la lengua de señas mexicana mediante procesamiento de lenguaje natural

Israel Duran Encinas<sup>1</sup>, J. Andrés Sandoval Bringas<sup>1</sup>, Mónica A. Carreño León<sup>1</sup>,  
Arturo I. de Casso Verdugo<sup>1</sup> y Jonathan G. Soto Muñoz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), Boulevard Forjadores S/N entre  
Calle Av. Universidad y Calle Félix Agramont Cota Col. Universitario.  
La Paz, Baja California Sur, México.  
{iduran,sandoval,mcarreno,adecasso,jsoto}@uabcs.mx

**Abstract.** La presente investigación detalla el desarrollo de "Insignia", una plataforma web diseñada para traducir del español a la Lengua de Señas Mexicana (LSM) utilizando técnicas de procesamiento de lenguaje natural (PLN). En México, la comunidad con hipoacusia enfrenta barreras significativas debido a las diferencias estructurales entre el español y la LSM, dificultando la comunicación efectiva, especialmente en entornos digitales (escritos). La herramienta aborda esta problemática mediante un algoritmo que identifica y clasifica oraciones simples en español, determinando su tipo gramatical (atributiva, intransitiva, reflexiva, recíproca o transitiva) para luego generar una traducción precisa a LSM. El conjunto de verbos y conjugaciones utilizado fue obtenido de un repositorio con diferentes bases de datos de frases en español, garantizando una amplia cobertura lingüística. Los resultados muestran una mejora significativa en la comprensión y producción de mensajes en LSM por parte de los usuarios. Además, la aplicación ha sido validada con la colaboración de intérpretes y expertos en LSM.

**Keywords:** hipoacusia, procesamiento de lenguaje natural, Lengua de Señas Mexicana, Educación inclusiva.

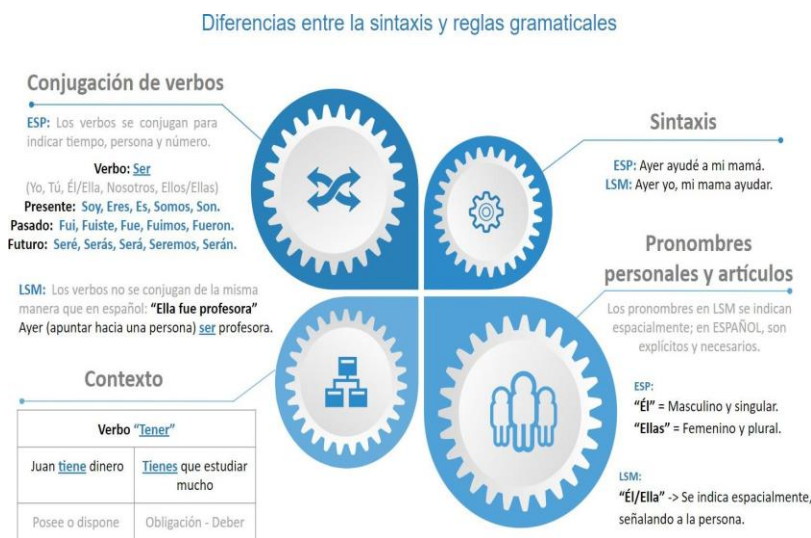
## 1 Introducción

En México, alrededor de 20 millones de personas viven con alguna discapacidad o limitación. De este total, 2.3 millones de personas manifestaron tener una discapacidad auditiva, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el Censo de Población y Vivienda 2020. La Lengua de Señas Mexicana (LSM) es el principal medio de comunicación de la comunidad con hipoacusia en México. Es una lengua visogestual completa, con su propia sintaxis y gramática, expresada mediante movimientos de las manos, expresiones faciales y postura corporal. La LSM no es una traducción directa del Español; posee una estructura lingüística única que la diferencia del lenguaje hablado y escrito.

Esta lengua es reconocida oficialmente y se utiliza en comunicaciones oficiales para asegurar que la comunidad con hipoacusia tenga acceso equitativo a la información. Sin embargo, la falta de certificación de intérpretes y la insuficiente implementación de políticas de inclusión siguen siendo desafíos importantes. Además, es una lengua utilizada por aproximadamente 87 mil personas, lo que constituye una gran comunidad en el país, incluso mayor que la de quienes hablan alguna lengua indígena [3].

La comunicación efectiva es esencial para lograr una integración social y profesional, especialmente en un mundo cada vez más digitalizado. Las personas cuya lengua materna es la Lengua de Señas Mexicana (LSM) enfrentan una barrera significativa, pues la estructura gramatical y sintáctica de la LSM difiere considerablemente del español hablado o escrito. Estas diferencias, especialmente cuando la comunicación se realiza por medios digitales sin apoyo visual, complican tanto la interpretación del mensaje por parte del receptor como su producción por parte del emisor. Este problema no ocurre con personas que aprendieron LSM como segunda lengua [4][5].

Las personas cuya lengua materna es la LSM regularmente deben adaptarse a una estructura lingüística diferente cuando interactúan con otras personas que no conocen LSM, principalmente cuando se usan plataformas digitales en español escrito, como WhatsApp, correo electrónico y redes sociales. Además, suelen acudir a intérpretes para que traduzcan su mensaje y poder compartirlo con otros. Las principales diferencias entre la sintaxis y reglas gramaticales del español y la LSM incluyen la estructura de una oración, el uso de pronombres y artículos, la conjugación de verbos, el tiempo verbal y la concordancia de género y número, entre otros. Estas diferencias complican la traducción directa y la comprensión mutua del mensaje sin la ayuda de un intérprete (Figura 1) [6].



**Fig. 1.** Diferencias entre la sintaxis y las reglas gramaticales Español-LSM.

Actualmente, existen pocas herramientas tecnológicas dedicadas específicamente al aprendizaje y traducción a la Lengua de Señas Mexicana (LSM). La mayoría de estas

soluciones funcionan como diccionarios, clasificando palabras en categorías como alimentos, animales, colores, familia y frutas. En algunos casos, estas aplicaciones traducen deletreando frases o palabras para las que no existen símbolos convencionales, como nombres propios o conceptos y objetos poco comunes. Aunque estas herramientas son útiles para aprender LSM, el proceso de aprendizaje es más complejo y generalmente requiere cursos, práctica constante y un acercamiento con la comunidad con hipoacusia; similar a la forma en que se aprende cualquier otro idioma [7] (Figura 2).

Muchas personas que desconocen la LSM asumen erróneamente que la conversión del Español a LSM es una traducción literal de cada palabra de una oración interpretada por una seña visual. Esta suposición omite la sintaxis y estructura propia del lenguaje de señas. Por lo tanto, aprender únicamente el diccionario de LSM no garantiza la competencia en LSM, ni es suficiente para lograr una comunicación efectiva con la comunidad con hipoacusia [8].

La relevancia de esta herramienta se sustenta en investigaciones previas que destacan las dificultades de las personas con hipoacusia, para acceder a la información escrita en Español y la importancia de herramientas tecnológicas que promuevan la inclusión. Estudios han demostrado que la enseñanza y el uso del LSM contribuyen significativamente al desarrollo cognitivo y académico de las personas con hipoacusia, lo que refuerza la necesidad de soluciones adaptadas a su lengua materna.

Este artículo explora el diseño y desarrollo de "Insignia". Se analizarán las estrategias de procesamiento de lenguaje natural (PLN) utilizadas para la traducción precisa del español al LSM y se evaluará la efectividad de la aplicación mediante estudios de caso con usuarios finales. El objetivo es ofrecer una herramienta que no solo elimine barreras de comunicación, sino que también permita a otros aprender LSM para comunicarse.



**Fig. 2.** A) InterSeña B) Voz y Señas C) LSM aprende

## 2 Antecedentes

El Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es un campo interdisciplinario considerado una subrama de la inteligencia artificial. Esta disciplina ha avanzado considerablemente gracias a la disponibilidad de grandes cantidades de datos textuales y al desarrollo de nuevos algoritmos de aprendizaje automático. Las técnicas de PLN permiten la interpretación y generación automática de texto. Entre las metodologías más utilizadas se encuentran los modelos de secuencia a secuencia (seq 2 seq), las redes neuronales recurrentes (RNN) y, más recientemente, los transformadores, como los modelos BERT y GPT.

Algunos de los procesos involucrados en el PLN incluyen:

- **Análisis Morfológico**
- **Análisis Sintáctico**
- **Análisis Semántico**
- **Traducción Automática**
- **Reconocimiento de Voz**
- **Generación de Lenguaje Natural**
- **Análisis del Sentimiento**

El PLN ha experimentado un crecimiento significativo, permitiendo a las computadoras interpretar y generar lenguaje humano. Los sistemas de traducción automática (TA), desde sus primeros enfoques directos hasta los modernos métodos basados en aprendizaje profundo, han evolucionado para ofrecer traducciones más precisas y naturales. La llegada de modelos como Transformer ha marcado un hito en la traducción de secuencias complejas, empleando arquitecturas de codificador-decodificador y mecanismos de atención.

Un algoritmo de traducción de español a Lengua de Señas Mexicana (LSM) puede considerarse un ejemplo de PLN, ya que implica la interpretación y conversión de información expresada en un lenguaje humano a otro. Estos algoritmos deben reconocer palabras y estructuras sintácticas complejas, además de realizar un análisis léxico y morfológico, con el fin de comprender un mensaje y adaptarlo a la estructura correcta para que sea comprensible por otra persona.

## 3 Metodología

### 3.1 Descripción del Algoritmo

**Análisis Morfosintáctico:** En esta fase se analiza una cadena de texto, considerando inicialmente solo oraciones simples. Se identifica la estructura gramatical de la oración para determinar su tipo (atributiva, intransitiva, reflexiva, recíproca o transitiva). Este proceso es crucial debido a la presencia de palabras homógrafas, las cuales pueden tener diferentes significados según el contexto. Por ejemplo, la palabra "casa" por sí sola se entiende como un lugar destinado a la vivienda. Sin embargo, con el pronombre átono "se", el significado cambia, como en "Se casa mañana". Una vez identificadas las estructuras compuestas por dos o tres palabras, se procede a descomponer el sujeto o

sujetos de la oración, así como los atributos o complementos directos. Identificar el tipo de oración desde el inicio facilita la búsqueda y comparación en las siguientes etapas. De acuerdo con guías y expertos en LSM, se ha identificado que las oraciones regularmente cumplen ciertas estructuras, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Table captions should be placed above the tables.

Tipo de oración	Estructura:	Descripción	Ejemplo
<b>Atributiva</b>	Contienen verbos copulativos: <b>Ser / Estar / Parecer</b>	Indica cualidades del sujeto mediante atributos	“El carro es azul”
<b>Intransitiva</b>	<b>Sujeto + Verbo intransitivo</b>	No tiene un complemento directo, usa verbos intransitivos	“Los niños ríen”
<b>Reflexiva</b>	<b>Sujeto + [me,te,se,nos] + Verbo</b>	El sujeto realiza la acción y al mismo tiempo la recibe	“La niña se peina”
<b>Recíproca</b>	<b>S1 +S2...+ [ nos, se] + Verbo</b>	La acción es ejecutada y recibida por dos sujetos o más.	“El maestro y la maestra se besan”
<b>Transitiva</b>	<b>Sujeto(s) + Verbo + CD</b>	El complemento directo recibe la acción del verbo.	“Arturo limpia la casa”

Identificación del Tipo de Oración: El algoritmo considera las reglas mencionadas anteriormente y otros elementos más complejos para descartar y predecir el tipo de oración que se está analizando. Inicia con las estructuras más sencillas, identificando palabras o conjuntos de palabras que puedan ser una combinación relacionada con un verbo copulativo. Si se encuentra un verbo relacionado con los verbos "ser", "estar" o "parecer", el algoritmo divide la cadena en tres partes, considerando la primera sección como el sujeto, la segunda como el verbo y la tercera como el atributo. Si no se encuentra un verbo copulativo, se buscan pronombres átonos [me, te, se, nos] + verbo. Cuando se encuentra esta coincidencia, es necesario revisar si la oración tiene más de un sujeto o si tiene complemento directo. Si tiene pronombre átono [se, nos] y solo se identifica más de un sujeto, se asume que la oración es recíproca. De esta manera, se van descartando los tipos de oraciones. Esto facilita la búsqueda de verbos en una oración, pues inicia con comparaciones sencillas y deja las más complejas al final. Si no se puede identificar el tipo de oración en este paso, se realiza una búsqueda más avanzada en bases de datos que contienen más de 800,000 oraciones simples en español, para encontrar patrones similares en la oración.

### 3.2 Base de datos

Recopilación de Datos: La base de datos de verbos en español y sus conjugaciones fue obtenida de un repositorio en GitHub (asosab.github.io) bajo la licencia "CC by-sa 4.0". Esta base de datos se construyó recopilando conjugaciones de verbos a partir de

diversas listas disponibles en varios sitios de Internet. Para armar esta base de datos, se tomaron como referencia listas de verbos de páginas web como helloworld.com.es.

La mayor parte de los datos se extrajeron del proyecto Spanish JS de @damiancipolat, que incluye más de 15,000 palabras. Posteriormente, se verificó cada palabra utilizando sitios como SpanishDict, de donde se obtuvieron las conjugaciones mediante técnicas de web scraping. La licencia "CC by-sa 4.0" otorga los siguientes derechos: permite a otros copiar, distribuir, mostrar y realizar el trabajo, y hacer trabajos derivados basados en él, incluso con fines comerciales, siempre y cuando se dé crédito al creador original y cualquier trabajo derivado se comparta bajo los mismos términos de licencia.

Procesamiento: Debido a que el repositorio de la base de datos es específicamente para PostgreSQL, se tomaron en cuenta diversos aspectos para migrar la información a MySQL, considerando la popularidad, compatibilidad, soporte, rendimiento y herramientas de gestión. Se realizó un procesamiento de la información a través de software de terceros para migrar los datos a MySQL de manera efectiva. La base de datos cuenta con aproximadamente 4,000 verbos y en promedio 140 combinaciones por cada verbo. (Tabla 2).

**Tabla 2** Muestra de 142 conjugaciones posibles para el verbo “SER”.

	Tiempo	Conjugación verbal del verbo “SER”
<b>perfecto</b>	<b>futuro</b>	yo: 'habré sido', tú: 'habrás sido', nosotros: 'habremos sido', vosotros: 'habréis sido', él/ella/ud: 'habrá sido', ellos/ellas/uds: 'habrán sido'
	<b>pasado</b>	yo: 'había sido', tú: 'habías sido', nosotros: 'habíamos sido', vosotros: 'habíais sido', él/ella/ud: 'había sido', ellos/ellas/uds: 'habían sido'
	<b>presente</b>	yo: 'he sido', tú: 'has sido', nosotros: 'hemos sido', vosotros: 'habéis sido', él/ella/ud: 'ha sido', ellos/ellas/uds: 'han sido'
	<b>pretérito</b>	yo: 'hube sido', tú: 'hubiste sido', nosotros: 'hubimos sido', vosotros: 'hubisteis sido', él/ella/ud: 'hubo sido', ellos/ellas/uds: 'hubieron sido'
	<b>condicional</b>	yo: 'habría sido', tú: 'habrías sido', nosotros: 'habríamos sido', vosotros: 'habrías sido', él/ella/ud: 'habría sido', ellos/ellas/uds: 'habrían sido'
<b>imperativo</b>	<b>negativo</b>	ud: 'no sea', tú: 'no seas', uds: 'no sean', nosotros: 'no seamos', vosotros: 'no seáis'
	<b>afirmativo</b>	ud: 'sea', tú: 'sé', uds: 'sean', nosotros: 'seamos', vosotros: 'sed'
	<b>futuro</b>	yo: 'seré', tú: 'serás', nosotros: 'seremos', vosotros: 'seréis', él/ella/ud: 'será', ellos/ellas/uds: 'serán'
	<b>presente</b>	yo: 'soy', tú: 'eres', nosotros: 'somos', vosotros: 'sois', él/ella/ud: 'es', ellos/ellas/uds: 'son'
	<b>pretérito</b>	yo: 'fui', tú: 'fuiste', nosotros: 'fuimos', vosotros: 'fuisteis', él/ella/ud: 'fue', ellos/ellas/uds: 'fueron'
	<b>imperfecto</b>	yo: 'era', tú: 'eras', nosotros: 'éramos', vosotros: 'erais', él/ella/ud: 'era', ellos/ellas/uds: 'eran'

	<b>o</b>	'eran'
	<b>condicional</b>	yo: 'sería', tú: 'serías', nosotros: 'seríamos', vosotros: 'seríais', él/ella/ud: 'sería', ellos/ellas/uds: 'serían'
	<b>futuro</b>	yo: 'estaré siendo', tú: 'estarás siendo', nosotros: 'estaremos siendo', vosotros: 'estaréis siendo', él/ella/ud: 'estará siendo', ellos/ellas/uds: 'estarán siendo'
	<b>presente</b>	yo: 'estoy siendo', tú: 'estás siendo', nosotros: 'estamos siendo', vosotros: 'estáis siendo', él/ella/ud: 'está siendo', ellos/ellas/uds: 'están siendo'
	<b>pretérito</b>	yo: 'estuve siendo', tú: 'estuviste siendo', nosotros: 'estuvimos siendo', vosotros: 'estuvisteis siendo', él/ella/ud: 'estuvo siendo', ellos/ellas/uds: 'estuvieron siendo'
	<b>imperfecto</b>	yo: 'estaba siendo', tú: 'estabas siendo', nosotros: 'estábamos siendo', vosotros: 'estabais siendo', él/ella/ud: 'estaba siendo', ellos/ellas/uds: 'estaban siendo'
	<b>condicional</b>	yo: 'estaría siendo', tú: 'estarías siendo', nosotros: 'estaríamos siendo', vosotros: 'estaríais siendo', él/ella/ud: 'estaría siendo', ellos/ellas/uds: 'estarían siendo'
	<b>futuro</b>	yo: 'fuere', tú: 'fueres', nosotros: 'fuéremos', vosotros: 'fuereis', él/ella/ud: 'fuere', ellos/ellas/uds: 'fueren'
	<b>presente</b>	yo: 'sea', tú: 'seas', nosotros: 'seamos', vosotros: 'seáis', él/ella/ud: 'sea', ellos/ellas/uds: 'sean'
	<b>imperfecto</b>	yo: 'fuera', tú: 'fueras', nosotros: 'fuéramos', vosotros: 'fuerais', él/ella/ud: 'fuera', ellos/ellas/uds: 'fueran'
	<b>imperfecto 2</b>	yo: 'fuese', tú: 'fueses', nosotros: 'fuésemos', vosotros: 'fueseis', él/ella/ud: 'fuese', ellos/ellas/uds: 'fuesen'
<b>perfecto</b>	<b>futuro</b>	yo: 'hubiere sido', tú: 'hubieres sido', nosotros: 'hubiéremos sido', vosotros: 'hubiereis sido', él/ella/ud: 'hubiere sido', ellos/ellas/uds: 'hubieren sido'
	<b>pasado</b>	yo: 'hubiera sido', tú: 'hubieras sido', nosotros: 'hubiéramos sido', vosotros: 'hubierais sido', él/ella/ud: 'hubiera sido', ellos/ellas/uds: 'hubieran sido'
	<b>presente</b>	yo: 'haya sido', tú: 'hayas sido', nosotros: 'hayamos sido', vosotros: 'hayáis sido', él/ella/ud: 'haya sido', ellos/ellas/uds: 'hayan sido'

Tecnologías: Para el desarrollo de la herramienta "Insignia" se utilizaron tecnologías como PHP, MySQL, Bootstrap para el diseño responsivo, servidores en la nube para el alojamiento, y GitHub para el control de versiones. Los datos se intercambian en formato JSON, lo que facilitó la integración y la comunicación entre diferentes componentes del sistema.

### 3.3 Construcción de la estructura LSM

El algoritmo sigue reglas específicas para traducir las oraciones en español a la estructura correcta en Lengua de Señas Mexicana (LSM). A continuación, se describen algunos ejemplos de oraciones y las reglas que se aplican para la traducción a LSM:

Ejemplo 1 - Oración atributiva: Contiene verbos copulativos (ser, estar, parecer) que indican cualidades del sujeto mediante atributos.

- **Ejemplo en Español:** "El carro es azul".
- **Reglas para LSM:**
  - Eliminar el artículo "el".
  - Eliminar el verbo "es".
  - Ordenar como "sujeto + atributo".
  - **Traducción a LSM:** "CARRO AZUL".

Ejemplo 2 - Oración recíproca: Dos o más sujetos + pronombre átono + verbo. La acción es ejecutada y recibida por dos sujetos o más.

- **Ejemplo en español:** "El maestro y la maestra se besaban".
- **Reglas para LSM:**
  - Eliminar los artículos "el" y "la".
  - Eliminar el pronombre átono "se".
  - Utilizar el verbo en su forma base.
  - Añadir el pronombre adecuado para indicar reciprocidad si es necesario.
  - Indicar el tiempo verbal implícito en el verbo.
  - **Traducción a LSM:** "MAESTRO MAESTRA FEMENINO ANTES BESAR".



Fig. 3. Obtención de datos mediante consulta a base de datos de conjugación de verbos.

## 4 Resultados

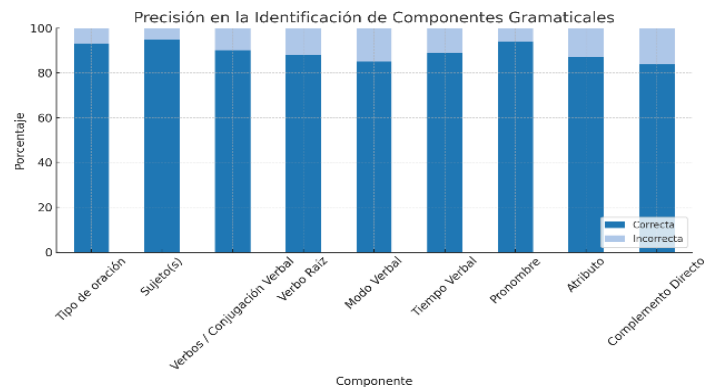
En este apartado se muestran los resultados obtenidos durante la implementación de la plataforma insignia, tomando como referencia, oraciones simples, manuales de LSM y apoyo de intérpretes para la validación de los resultados generados.

**Tabla 2** Prueba de resultados, oraciones simples.

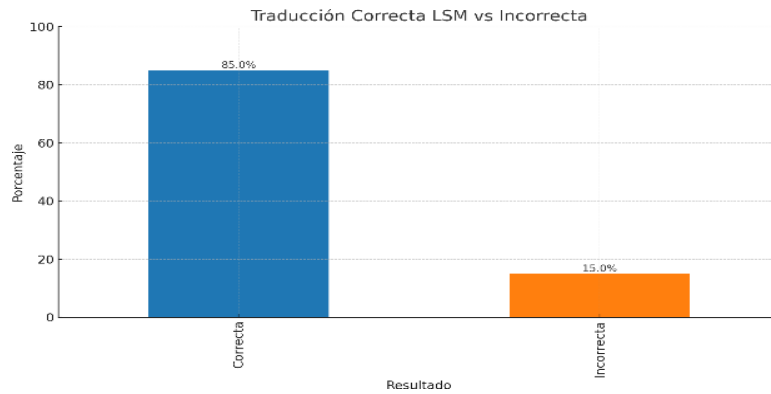
Entrada	Resultado	Comentarios
<b>La casa verde es chica</b>	casa - verde - chica	Eliminación del artículo, eliminación de verbo copulativo ser.
<b>La niña está enojada</b>	Niño - femenino - enojada	Eliminación del artículo, se añade seña femenino para indicar que es niña, eliminación de verbo copulativo estar
<b>El maestro es enojon.</b>	Maestro - enojón - así	Eliminación del artículo, eliminación de verbo copulativo ser, se añade seña "así" para indicar que es un atributo permanente (así es enojón siempre)
<b>La niña canta</b>	Niño - femenino - cantar	Eliminación del artículo, obtener verbo raíz.
<b>Los niños ríen</b>	Niños - ellos - reír	Eliminación del artículo, se añade pronombre personal ellos/ellas, se identifica verbo raíz
<b>La niña se peina</b>	Niño - femenino - ella - peinar	Eliminación del artículo, se elimina pronombre átono, se añade pronombre personal ellos/ella, se identifica verbo raíz.
<b>La maestra se ama a sí misma</b>	Maestro - femenino - ella - solita - amar	Eliminación del artículo, se elimina pronombre átono, se añade pronombre personal ellos/ella, se identifica que el sujeto recibe la acción (a sí mismo , a mí mismo, a ti mismo ), se identifica verbo raíz.
<b>Pedro y Juan se ayudan</b>	P E D R O - J U A N - ellos 2 - ayudar - ayudar	Identificación de sujetos, cantidad de sujetos, seña ellos 2.
<b>La niña vende dulces</b>	Niño - femenino - dulces - vender	Eliminación del artículo, se añade seña femenino para indicar que es niña, verbo raíz, se identifica complemento directo.
<b>Juanito y yo nos estábamos ayudando en la universidad</b>	J U A N I T O - yo - pasado - ayudar- universidad	Identificación de sujetos, se elimina pronombre personales (ME, TE, SE, NOS), se identifica verbo conjugado con otras palabras, tiempo pasado y complemento (lugar)

La tabla anterior muestra ejemplos de oraciones atributivas, intransitivas, reflexivas, recíprocas y transitivas, destacando los procesos de eliminación de artículos y

pronombres átonos, adición de señas y la identificación del verbo raíz y complemento directo. La prueba consideró una muestra de 100 frases, y aunque los resultados demuestran una precisión aceptable, con un 85% de traducciones correctas, los resultados indican desafíos específicos: la gráfica 1 muestra variaciones en la precisión de identificación de sujetos, pronombres, verbos, tiempos y modos verbales, entre otros, debido a la complejidad de la propia estructura del español, en particular con palabras homógrafas como "rosa", que podría referirse a un nombre propio, un color, una flor o conjugación del verbo "rosar" ("El viento rosa sus mejillas."), lo que dificulta la traducción precisa si no se interpreta el contexto de la oración adecuadamente. La segunda gráfica, refuerza estos hallazgos al ilustrar que un 15% de las traducciones fueron incorrectas.



**Gráfica 1.** Precisión en la Identificación de Componentes Gramaticales.



**Gráfica 2.** Porcentaje de traducción correcta – incorrecta

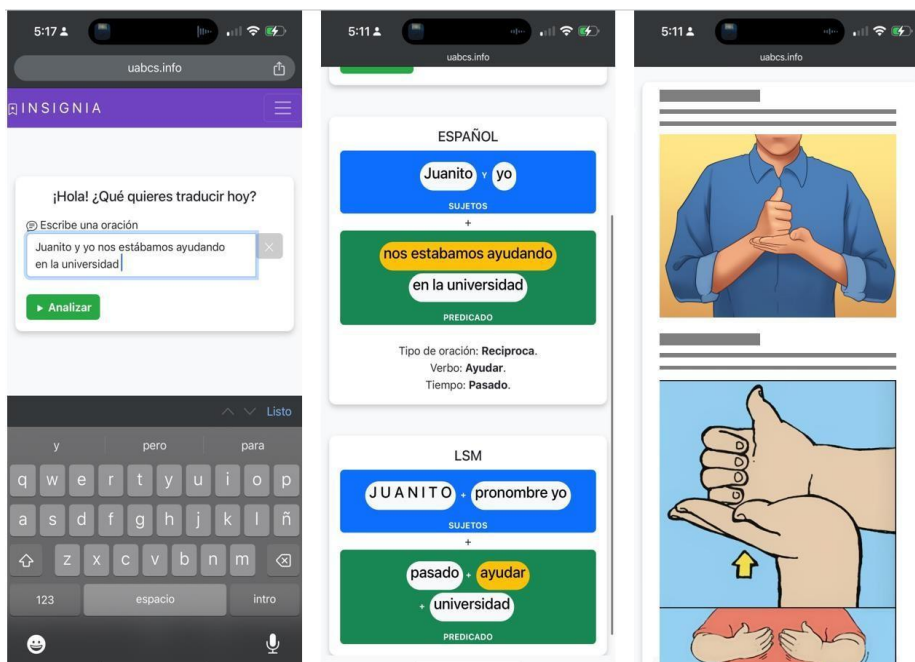


Fig. 5. Capturas de la interfaz, ejemplo de uso.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son herramientas poderosas para fomentar la inclusión social y profesional. El desarrollo e implementación de tecnologías inclusivas que faciliten la traducción, enseñanza y aprendizaje de la Lengua de Señas Mexicana (LSM) contribuyen significativamente a una comunicación más efectiva y accesible para la comunidad con hipoacusia, promoviendo su integración y participación en diversos ámbitos de la sociedad.

La plataforma Insignia, diseñada para traducir del español a la Lengua de Señas Mexicana (LSM), es un ejemplo de cómo las TIC pueden ser utilizadas para apoyar a la comunidad con hipoacusia. A través del uso de algoritmos avanzados de PLN, se han logrado identificar y clasificar oraciones simples en español, determinando su tipo gramatical y generando traducciones precisas a LSM. La colaboración con intérpretes y expertos en LSM ha sido esencial para validar y mejorar estos resultados.

Como trabajos futuros, se propone la integración de Insignia como extensiones de navegadores web y aplicaciones de mensajería como WhatsApp, permitiendo una traducción en tiempo real de conversaciones escritas. Además, se podrían desarrollar módulos adicionales para la enseñanza del español y LSM, ofreciendo clases interactivas y recursos educativos que faciliten el aprendizaje de ambas lenguas. Otro módulo futuro incluiría la integración con repositorios de videos e imágenes para enseñar LSM de manera visual e interactiva. Este módulo ofrecería tutoriales en video y ejemplos de gestos y señas, facilitando la comprensión y memorización. Los usuarios

podrían acceder a una biblioteca de videos organizada por categorías y niveles de dificultad, permitiendo un aprendizaje progresivo y personalizado.

## Referencias

1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
2. Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad. (2016). Lengua de Señas Mexicana (LSM). Recuperado de <https://www.gob.mx/conadis>
3. Pena, S. (2010). Mexico's Development of Sign Language Interpretation: A Trilingual Discussion. National Multicultural Interpreter Project, El Paso Community College.
4. Serafín de Fleischmann, M. E., & González Pérez, R. (2011). Manos con voz. Diccionario de lengua de señas mexicana. Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED) y Libre Acceso, A.C. Editorial Trillas.
5. García Adams, M. (2014). History of the Education of the Deaf in Mexico and Mexican Sign Language.
6. García Adams, M. (2011). La Lengua de Señas Mexicana y sus desafíos en la comunicación digital. *Revista de Lingüística Aplicada*, 5(2), 123-145.
7. García, B., & Domínguez, M. (2011). Lengua de Señas Mexicana: Estructura y Uso. Universidad Nacional Autónoma de México.
8. Pichardo-Lagunas, O., & Martínez-Seis, B. (2015). Resource Creation for Automatic Translation System from Texts in Spanish into Mexican Sign Language. *Notes of MICA* 2015, 27400-3. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27400-3\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27400-3_20)
9. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2009). *Speech and Language Processing* (2ª ed.). Pearson
10. Manning, C. D., & Schütze, H. (1999). *Foundations of Statistical Natural Language Processing*.
11. Serafín de Fleischmann, M. E., & González Pérez, R. (2011). Manos con voz. Diccionario de lengua de señas mexicana. Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED) y Libre Acceso, A.C. Editorial Trillas.
12. Daniel Lopez B. (2016) Manual de gramática de lengua de señas Mexicana LSM. Editorial: Mariangel.
13. Badillo, E. J., & Vázquez, J. (2017). Desafíos en la implementación de tecnologías inclusivas para la educación de personas con discapacidad auditiva. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12(1), 45-55. <https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2653798>
14. Escudero, D., & García, S. (2018). Implementación de sistemas de traducción automática para lenguas de señas. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation* (pp. 10-15). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8455136>

# Diseño y Construcción de un robot cartesiano para impresión braille a partir de un texto alfanumérico

Flores-Medina Pablo Jonatan<sup>[0009-0003-4531-6316]</sup>, Becerra-Tapia Víctor<sup>[0000-0003-2489-0119]</sup> y Peñaloza-Mendoza Guillermo Rey<sup>[0000-0003-2795-670X]</sup>

TecNM – Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro, Pátzcuaro 61615, Michoacán, México  
pablojonatan1023@gmail.com, vikshelby.500@gmail.com,  
grey@itspa.edu.mx

**Resumen**—La accesibilidad es fundamental para garantizar la igualdad de oportunidades, es por esto, que surge la necesidad de abordar los desafíos que enfrentan las personas con discapacidad visual en el acceso a la información escrita. El presente trabajo aborda el diseño y construcción de un robot cartesiano como herramienta para la escritura de símbolos braille a partir del alfabeto español permitiendo crear textos ingresados por el usuario. La máquina, basada en una estructura Gantry y equipada con motores a pasos, permiten posicionar el elemento de impresión en una superficie de trabajo de 21.59 cm x 27.94 cm, mientras que un rotor posiciona el símbolo seleccionado a imprimir. Este proyecto no solo responde a una necesidad urgente de accesibilidad, sino que también promueve la inclusión y la igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad visual.

**Palabras clave**— Braille, Escritura Inclusiva, Discapacidad Visual

## 1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), aproximadamente 253 millones de personas en todo el mundo viven con discapacidad visual, de las cuales 36 millones son ciegas [1]. A pesar de los avances tecnológicos, el acceso a la información escrita sigue siendo limitado para muchas de estas personas, lo que afecta su participación plena en la sociedad. México refleja desafíos similares a los observados a nivel mundial, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México se estima que alrededor del 6.6% de la población tiene alguna discapacidad, lo que equivale a más de 7.5 millones de personas. De estas, aproximadamente el 18% tienen discapacidad visual [2]. Según el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS), en Michoacán se estima que alrededor del 5.5% de la población tiene alguna discapacidad, lo que representa más de 325,000 personas [3]. De estas, una proporción significativa enfrenta dificultades para acceder a la información escrita de manera efectiva debido a la falta de recursos y tecnologías adecuadas. Un estudio publicado por la revista "Disability and Rehabilitation: Assistive Technology" destaca la importancia de las tecnologías de apoyo en la vida diaria de las personas con discapacidad, proporcionando herramientas y recursos que les permiten participar de manera más activa en la sociedad y realizar tareas cotidianas de forma independiente [4]. En México, el Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE) y el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS) son instituciones dedicadas a promover el desarrollo y la implementación

de tecnologías para el apoyo de personas con discapacidad [5]. La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2006, reconoce el derecho de las personas con discapacidad a acceder a la información y la comunicación, incluidos los sistemas de lectura y escritura accesibles [6]. En este contexto, el desarrollo de tecnologías y sistemas que faciliten el acceso a la información escrita, como la impresión braille utilizando un robot cartesiano, es fundamental para garantizar el pleno ejercicio de los derechos humanos de las personas con discapacidad visual.

## 2. Estado del Arte

El alfabeto braille es un sistema de escritura táctil utilizado por personas con discapacidad visual para leer y escribir. Fue desarrollado por Louis Braille en el siglo XIX y se basa en una combinación de puntos en relieve dispuestos en una matriz de 3x2 con las medidas mostradas en la Figura 1. Cada carácter en braille está formado por hasta seis puntos dispuestos en dos columnas de tres puntos cada una y la disposición de ellos determina diferentes letras, números, signos de puntuación y símbolos matemáticos [7]. Por ejemplo, si el punto 1 está levantado, representa la letra "a". Si los puntos 1 y 2 están levantados, representa la letra "b", y así sucesivamente [8]. El alfabeto braille también incluye símbolos especiales para representar números, signos de puntuación y caracteres matemáticos, además puede variar ligeramente dependiendo del idioma o del contexto específico de uso [9]. La escritura braille implica el uso de herramientas específicas para crear texto en relieve que pueda ser interpretado por personas ciegas o con discapacidad visual. Tradicionalmente, este proceso se realiza utilizando un punzón y una regleta para perforar pequeños agujeros en papel grueso, formando los puntos en relieve que representan los símbolos [10]. La creación del relieve es esencial para garantizar la legibilidad del texto braille [11]. El desarrollo de tecnologías y sistemas innovadores ha sido fundamental para promover la inclusión en la sociedad y satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual. En el mercado existen sistemas de impresión entre los más destacados se encuentran: Index Braille que permite la impresión rápida y precisa de documentos en braille, y son ampliamente utilizadas en entornos educativos y profesionales [12]. ViewPlus Technologies: Son impresoras braille de alta resolución que combinan la impresión en braille con gráficos táctiles. Su modelo avanzado permite la creación de documentos mixtos de texto y gráficos en relieve [13].

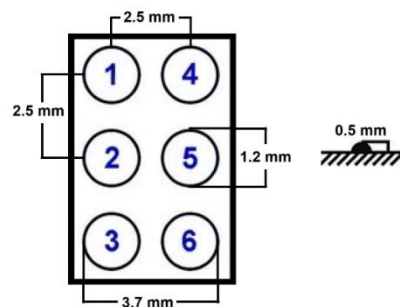


Figura 1. Estructura de la matriz Braille.

Las tecnologías de impresión braille han experimentado importantes mejoras tecnológicas, en gran parte, por las diversas investigaciones que se realizan, como lo es Touchable Ink, un proyecto desarrollado por investigadores de la Universidad de Michigan, que ha explorado el uso de tinta táctil en combinación con tecnología de impresión 3D y CNC para crear materiales educativos accesibles o BrailleRAP, creando una impresora braille basada en la popular impresora 3D RepRap.

### **3. Planteamiento del Problema**

A pesar de los avances tecnológicos en la creación de materiales accesibles, las personas con discapacidad visual todavía enfrentan importantes barreras para acceder a la información escrita. El acceso limitado a la información escrita impacta negativamente en su educación, empleo y participación en la vida social. En particular, la disponibilidad de materiales en braille sigue siendo insuficiente en muchas regiones. La producción de documentos en braille tradicionalmente ha sido costosa y lenta, debido a la necesidad de equipos especializados y personal capacitado para su operación. Esto limita la capacidad de escuelas, bibliotecas y organizaciones comunitarias para proporcionar recursos educativos adecuados para las personas con discapacidad visual.

Esta situación genera la necesidad de desarrollar soluciones de impresión braille más accesibles y asequibles. Para resolver estos problemas, se diseñó y construyó un sistema basado en un robot cartesiano de configuración Gantry, utilizando motores a paso, guías lineales, perfiles de metal, sensores de límite, rodamientos, impresión 3D FDM y cortes láser, el uso de estas tecnologías ya están al alcance de la mayoría de las personas, es por ello que se desarrolla una estructura a bajo costo para generar la impresión braille. Este enfoque no solo reduce los costos de producción, sino simplifica el proceso de impresión, haciendo que la tecnología sea más accesible para un público más amplio.

### **4. Metodología del Diseño y Construcción del Prototipo**

Para comprender de mejor manera el sistema y su metodología se optó por segmentar esta sección en tres fases. La fase “Diseño del sistema” engloba todo el análisis pre-construcción del dispositivo, así como las herramientas, materiales y viabilidad del proyecto, la segunda fase” Construcción del prototipo” explica los métodos de manufactura y construcción del dispositivo, “Desarrollo del software” corresponde a la tercera fase, en ella se abordan los algoritmos utilizados para el funcionamiento del dispositivo.

#### **4.1 Diseño del Sistema**

Se selecciona un robot cartesiano con una configuración Gantry, se muestra en la Figura 2 a), este nos otorga 3 grados de libertad suficientes para mover el sistema a lo largo y ancho de la hoja sobre los ejes X e Y, mientras que el eje Z otorga la profundidad con la que el efector final realizara el relieve sobre la hoja.

### Diseño Mecánico:

El diseño mecánico se realiza empleando el software Fusion360 de Autodesk. En el software se inicia con el diseño de la estructura Gantry, buscando sea adaptable a diferentes tamaños y configuraciones, permitiendo futuras expansiones o modificaciones del sistema sin necesidad de un rediseño completo, el diseño realizado se muestra en la Figura 2 b). El segundo elemento a diseñar es el cabezal que realizará el grabado sobre la hoja tamaño carta, para esto se diseña tipo rotatorio que se montará en el efector final, el diseño contiene los 27 símbolos del alfabeto braille (26 letras más un espacio en blanco) como se muestra en la Figura 3 a). La rotación del cabezal permite seleccionar el símbolo adecuado para cada carácter del texto ingresado mediante un motor a pasos alineando el símbolo deseado con el punto de impresión. Para garantizar un grabado uniforme y en orden se requiere el diseño de una cama con los patrones de la matriz Braille, Figura 3 b), esto permite que al bajar el cabezal se comprima el relieve con el hueco de la cama, mejorando el marcado del relieve en la hoja.

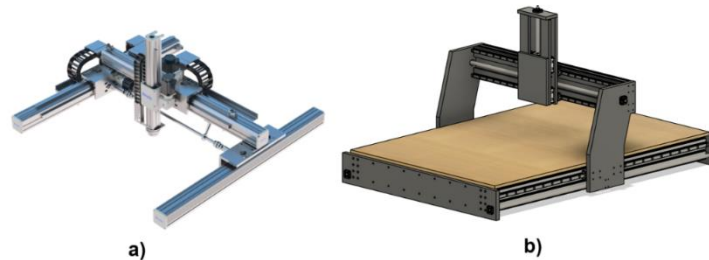


Figura 2. Robot cartesiano Gantry, a). comercial, b). diseño propuesto.

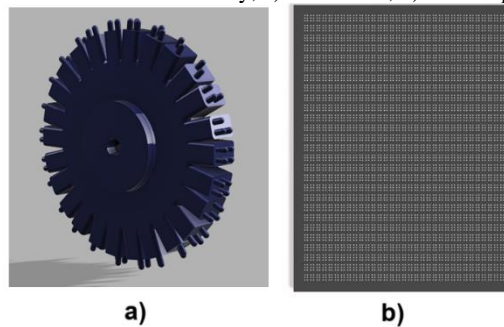


Figura 3. Elementos, a). Diseño del cabezal, b). Cama base para impresión Braille.

### Selección de Materiales:

La elección de materiales es fundamental para garantizar la durabilidad, estabilidad y funcionalidad del sistema, por ello se seleccionan materiales que satisfacen las necesidades a un costo accesible. La estructura metálica tendrá perfil tubular de una pulgada y solera de 3 mm de espesor y 50 mm de ancho, las guías lineales de tipo MGN9 permitirán los movimientos con poca fricción debido a su eje sólido de metal y su rodamiento en forma de h que permite un deslizamiento suave. Se hace uso de la tecnología por impresión 3D y corte laser CNC, material de impresión ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) y láminas de fibra de densidad media para generar ángulos y darles mayor precisión a los ensamblajes.

### Diseño Electrónico

La base del sistema es una tarjeta de desarrollo Arduino Mega, esta brinda múltiples puertos de entrada y salida para lograr manejar la entrada de datos desde el teclado, el control de los motores paso a paso y la monitorización de los sensores de límite. Para el movimiento de los ejes se emplean motores NEMA 17, estos permiten movimientos controlados de 1.8 grados por paso. Esta precisión es fundamental para posicionar el cabezal de impresión exactamente sobre cada punto braille de la cama. Para el movimiento de los motores se hace uso de los controladores A4988 que permiten controlar la dirección y los pasos de los motores, como se observa en la Figura 4 se emplea una tarjeta shield CNC para Arduino UNO, que permite implementar hasta 4 controladores para motores a pasos, así como el uso de interruptores de límites para cada eje de control. Los interruptores de límite se utilizan para detectar las posiciones extremas de los ejes, además evita colisiones y que la impresora se mueva fuera de los límites de la hoja de papel. Para la visualización del texto ingresado se implementa una pantalla TFT Touch Nextion la cual cuenta con un entorno de desarrollo integrado para diseñar y programar las interfaces gráficas.

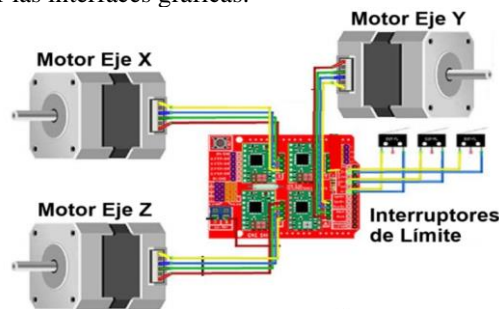


Figura 4. Conexión del circuito de movimiento.

## 4.2 Construcción del dispositivo

Para la fabricación de la estructura metálica que servirá como base se emplean perfiles de metal, soldadura por arco eléctrico con un electrodo 6013, se hace un postprocesado de limado, empastado y pintado para cuadrar la base de la impresora, con esto se garantiza que el movimiento del sistema no desplazará la base del sistema. Las piezas de ensamble se realizan utilizando cortes láser sobre láminas de fibra de densidad media, esto otorga una precisión milimétrica, lo que es crucial para el funcionamiento correcto y la estabilidad del sistema. La tecnología de impresión 3D se emplea para la fabricación del cabezal rotatorio, soportes y adaptadores para otros elementos del sistema. Una vez ensamblada la estructura metálica inicial, se complementan con los perfiles de MDF para formar la estructura Gantry, que proporciona la base sólida y estable para el movimiento de los ejes X, Y y Z. Las guías lineales se montan desarrollando guías en impresión 3D para asegurar un desplazamiento suave y preciso a lo largo de los ejes, se montan los motores paso a paso y el cabezal rotatorio. El sistema mecánico ensamblado se muestra en la Figura 5. La instalación de los sensores de límite se realiza de manera que intercepten el movimiento justo antes de que los componentes lleguen a sus posiciones extremas, evitando colisiones y daños al sistema, así como para obtener referencias. Los sensores se conectan al controlador electrónico del sistema, permitiendo que se monitoree continuamente su estado. Cuando se activa

un sensor, se envía una señal al controlador, que detiene el movimiento correspondiente y evita que los motores continúen más allá del límite predefinido. La construcción del prototipo de la impresora se complementa con el desarrollo de un algoritmo que controla y gestiona todas las funciones del sistema.



Figura 5. Montaje de estructura mecánica.

### 4.3 Desarrollo del software

El algoritmo mostrado en la Figura 6, para manejar el movimiento de la impresora parte de reconocer el área como una matriz de impresión, para esto se divide la hoja tamaño carta en una matriz de celdas, donde cada celda representa una posición donde se imprimirá, en total la hoja tamaño carta se divide en 33 filas y 27 columnas. Una vez que el texto ha sido ingresado, cada símbolo es asignado en una coordenada en la hoja y el símbolo que se ha de imprimir. El movimiento implica mover el cabezal de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo para colocarlo en la posición, después se rota el cabezal y se desplaza en el eje z para marcar el símbolo.

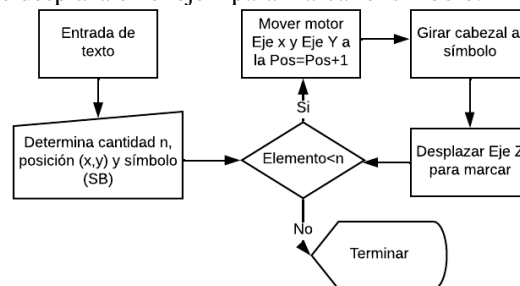


Figura 6. Algoritmo para la impresión de símbolos.

## 5. Resultados

El proceso ha dado como resultado un sistema funcional capaz de imprimir texto en relieve, en la Tabla 1 se muestran mediciones realizadas. El prototipo final mostrado en la Figura 7, es capaz de recibir el texto ingresado a través de una interfaz de usuario implementada en la pantalla TFT táctil Nextion mostrada en la Figura 8. Al obtener el texto se traduce a comandos de movimiento que son ejecutados por el microcontrolador Arduino y la CNC Shield. Los motores paso a paso realizan el posicionamiento del cabezal de impresión teniendo aun un error en el desplazamiento horizontal de 8 mm y en vertical de 9.7 mm, lo que provoca imprimir 24 símbolos en horizontal y 29 en

vertical de forma correcta. El cabezal rotatorio se movió de manera correcta el 100% de las pruebas, esto garantiza la impresión del símbolo ingresado en papel. Para garantizar la legibilidad de la impresión se realizaron pruebas con tres usuarios que cuentan con habilidad para la lectura del Braille, estos resultados se muestran en la Tabla 2. La primera prueba consiste en imprimir el abecedario completo de forma consecutiva, esto permite que se conozca el símbolo que van a leer con anterioridad, los resultados de la detección comprueban que los símbolos son legibles en su totalidad, sin embargo, se detecta una irregularidad en el espacio entre letras. La segunda prueba consistió en escribir frases cortas con letras repetidas e implementando símbolos con similar distribución. En esta segunda prueba se hizo evidente la necesidad de ajustar el espaciado entre letras y entre palabras, debido a que la separación entre letras al presentar irregularidad de tamaño se interpreta como separación entre palabras, sin embargo, separación entre palabras es mayor lo que permite detectar el cambio de palabra al hacer un segundo barrido de lectura. Por último, la tercera prueba fue con la lectura de un texto de 10 renglones de extensión, esta prueba se hizo para evaluar la ubicación del texto entre renglones, el resultado arrojó que la distancia entre renglones no es uniforme y esto provoca errores en la lectura del primer símbolo, debido a no lograr detectar la posición real de la primera marca, sin embargo, una vez detectado se procede a la lectura normal, se sugiere agregar un relieve en el extremo para usarlo de referencia.

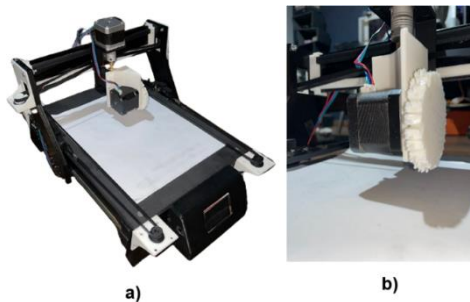


Figura 7. Diseño y construcción final de la impresora.

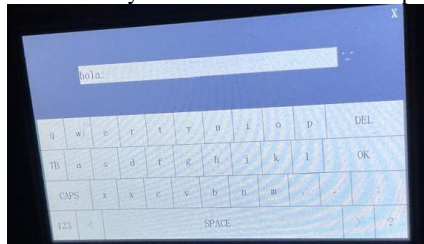


Figura 8. Introducción de texto en pantalla Nextion.

Tabla 1. Mediciones en el movimiento de la impresora.

Parámetro	Efectividad	Parámetro	Error (mm)
Conversión letra - símbolo	100%	Desplazamiento horizontal	8mm
Colocación del efector final	88%	Desplazamiento vertical	9.7mm

Tabla 2. Pruebas de lectura realizadas.

Prueba	Criterio	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3
1	Efectividad de lectura de letras	92%	100%	100%

2	Efectividad de lectura de letras	90%	94%	96%
	Efectividad en separación de palabras	85%	100%	100%
3	Efectividad de lectura de letras	87%	98%	97%
	Efectividad en separación de renglones	80%	100%	90%

## 6. Conclusiones

El desarrollo de un sistema de impresión braille utilizando un robot cartesiano de configuración Gantry representa un avance significativo en la accesibilidad de información escrita para personas con discapacidad visual, sin embargo, se debe seguir trabajando para corregir los errores presentes. El uso de componentes accesibles y tecnologías alcanzables, ha permitido desarrollar un sistema de impresión braille a un costo considerablemente menor que las impresoras comerciales disponibles en el mercado. El desarrollo de una interfaz intuitiva basada en una pantalla TFT Touch, facilita la introducción de texto por parte del usuario, eliminando la necesidad de codificación compleja, esto junto con el control, hace que el sistema sea fácil de operar, incluso para usuarios sin experiencia técnica. Como trabajo futuro se corregirán los errores y se creará un repositorio para los planos y códigos de la impresora.

## 7. Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud. (s/f). Ceguera y discapacidad visual.
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad. Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad. Informe Anual de Labores 2018.
- [3] Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad. (2018). Informe Anual de Labores 2018.
- [4] Smith, R. O., & Mann, W. C. (2020). Technologies for Inclusion: Case studies and reflections from disability and rehabilitation: Assistive Technology. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 15(3), 225-240.
- [5] Centro Nacional de Rehabilitación. (s/f). Sobre nosotros. Recuperado de <https://www.gob.mx/cenare>
- [6] Naciones Unidas. (2006). Convención de Derechos de las Personas con Discapacidad.
- [7] American Foundation for the Blind. (n.d.). What is Braille? Retrieved from <https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/braille/what-braille>
- [8] National Federation of the Blind. (n.d.). The Braille Alphabet. Retrieved from <https://nfb.org/resources/braille/braille-alphabet>
- [9] Perkins School for the Blind. (n.d.). Braille: Deciphering the Code. Retrieved from <https://www.perkins.org/braille-deciphering-the-code>
- [10] Royal National Institute of Blind People. (n.d.). Braille - How it Works. Retrieved from <https://www.rnib.org.uk/living-with-sight-loss/learning/braille-how-it-works>
- [11] Braille Works. (n.d.). Understanding Braille. Retrieved from <https://brailleworks.com/understanding-braille>
- [12] Index Braille. (n.d.). Products. Retrieved from <https://www.indexbraille.com/products>
- [13] ViewPlus Technologies. (n.d.). Braille Embossers. Retrieved from <https://viewplus.com/braille-embossers>

# **EcoBubbles Adventures: an educational video game to teach children with ASD about environmental care**

Samuel Montané Baños <sup>1</sup>, Mónica A. Carreño León <sup>1</sup>, Fabián Ramírez Flores <sup>1</sup> and Marina A. Beltrán Moreno <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., 23080, México  
{s.montane, mcarreno}@uabcs.mx  
{framirez\_20, mbeltran\_20}@alu.uabcs.mx

**Abstract.** Due to the rapid growth of the world's population, we are currently facing a number of challenges, including environmental problems, which affect not only the ecosystem, but also well-being and health. It is essential that all generations understand the importance of caring for the environment, including those with various conditions, such as autism spectrum disorder (ASD), characterized by difficulties in social interaction and communication. The development of tools such as adapted educational games can facilitate learning and understanding, taking advantage of the playful nature of the game and applying various visual, auditory and sensory strategies to foster learning and communication. Information and communication technologies (ICT) have promoted a renewed focus on the development of video games as educational tools, strengthening skills such as self-learning and problem solving. In this context, this paper presents the development of an educational video game designed for children with ASD, with the aim of teaching environmental care in an environment configured to maximize the understanding and participation of children as players.

**Keywords:** ASD, educational video game, interactive learning

## **1 Introduction**

Today, there are challenges of utmost importance due to the rapid growth of the world's population. Among these challenges are pressing environmental issues such as pollution, climate change and biodiversity loss, which can lead to threats beyond the natural ecosystem, such as problems in human health and well-being.

Understanding environmental care is a fundamental need that should not be limited by age or condition. It is important that the new generations understand the importance of this topic, which can become a new challenge, since there are several neurological conditions in people, in which strategies and tools for learning must be applied.

According to the World Health Organization (WHO), autism spectrum disorder (ASD) is a group of diverse conditions characterized by a certain degree of difficulty in social interaction and communication [1].

The WHO estimates that in the world, one in every 100 children has this condition, which represents an average figure, since the prevalence observed varies considerably among different studies. However, in some of these studies higher figures have been recorded, and the prevalence of autism in underdeveloped countries is unknown [1].

For people with this neurological condition, it can be difficult to understand various topics and events in their environment. The use of tools such as educational games can facilitate learning, since play is a natural activity for children, allowing them to explore the world around them and develop a deeper understanding, such as caring for the environment. Educational video games can be adapted using certain strategies in the visual environment and its structure, as well as sensory activities that allow them to take control and encourage both learning and communication.

With the recent growth of video games and ICTs, several groups have focused on their development mainly as a support for education, since it is possible to reinforce skills, such as self-learning, favoring the discovery of new ways of learning. In addition, these types of activities allow for immediate feedback, making it possible to learn quickly from their own mistakes and successes. By means of different techniques and resources, a preparation for problem solving is provided [2].

Taking into account the above, the development of an educational video game for children with ASD is presented for the teaching of environmental care, in an environment configured with instructions, colors and sounds suitable for learning.

## **2 Theoretical framework**

### **2.1 Autism Spectrum Disorder (ASD)**

The WHO defines ASD as a group of diverse conditions, characterized by some degree of difficulty in social interaction and communication, as well as other features such as atypical patterns of activity and behavior such as difficulty in switching activities, high attention to detail and unusual reactions to sensations [1].

Other concurrent conditions include epilepsy, depression, anxiety, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), as well as challenging behaviors such as self-injury. People with ASD also have cognitive deficits, as well as impaired social perception and atypical information processing. Importantly, the prevalence of this condition is four times higher in boys than in girls [3].

ASD is diagnosed when symptoms cause conflicts in a person's development that cannot be explained by other conditions. Other symptoms include reduced eye contact, differences in body language, lack of facial expressions, failure to engage in imaginative play, repetition of gestures or sounds, highly focused interests, or indifference to temperature extremes. It should be noted that a person may experience some, all or none of these symptoms, as they are not necessarily related to a person with the condition and only medical professionals can diagnose ASD [4].

## **2.2 Learning and ASD**

School-aged children are expected to be educated in supportive classrooms to achieve a broad effect on ASD symptoms. Educating students with this condition in the least restrictive environment generally requires an individualized program that is modified to meet goals depending on the educational program in which they are placed. Many students with ASD are educated in inclusive classrooms with support and many others in settings where disorder-specific approaches are provided.

Ideally, educational programs for children with ASD should promote the development of language, academic and social skills to prepare them for further education or work life. Most children and youth with ASD will, at some point, require academic intervention due to coexisting learning disabilities, function challenges, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), pragmatic language differences in reading and writing, and/or challenges in comprehension of spoken and written language [5].

It is important during learning to understand that everyone may have different and specific needs. There are a number of strategies that can help, for example:

- Teach skills explicitly: it is important to use intervention programs, social stories and games.
- Encourage interests: focusing learning on each child's interests and strengths can increase motivation and engagement. Incorporating their interests into educational activities can make learning more relevant and meaningful.
- Visual approaches: children are often visual learners, so using props such as pictures, diagrams or flashcards can be effective.
- Rewards and reinforcement: can be effective in motivating desired behavior, which can range from praise, prizes, play time to rewards within a video game.
- Communication and social interaction: is a fundamental part of developing social skills, which can range from group play activities to practice conversational skills and interaction with peers.

## **2.3 Educational video games**

Currently, the use of video games is the main social practice mediated by digital technologies in which new generations of students participate. Some studies have focused on their role in developing cognitive skills and enriching learning environments, from which it has been concluded that video game environments have the characteristic of captivating, involving and motivating students [6].

Video games have an important educational potential and their value is not only motivational, through the game you can learn to learn, develop skills, abilities, strategies and interpersonal relationships. Sometimes it is believed that video games deal with contents that reproduce counter-values such as violence; it should be remembered that they require manipulative skills and agility of responses, spatial skills, key discovery, problem-solving strategies, perceptual and deductive elements, among others [6].

Educational video games allow these skills to be exploited while players actively participate in the gaming experience. These can cover a wide variety of subjects, such as mathematics, languages, history, science and technology. The main objective is to make learning more engaging and accessible, so that it is effective for players, especially children and young people who may be more familiar with and motivated by technology and games.

Within the characteristics of its use, you can find:

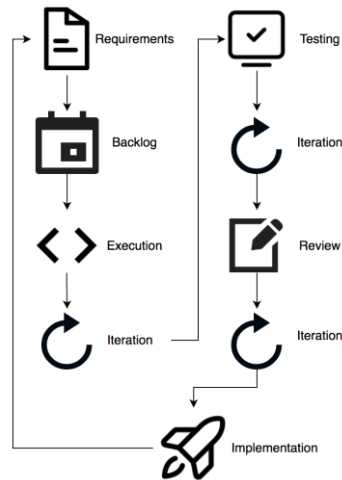
- Active learning: players actively participate in the learning process by interacting with the game and solving problems.
- Motivation: games capture players' interest, keeping them engaged as they learn.
- Immediate feedback: games can provide instant feedback on player performance, allowing for quick adjustments and improvements.
- Safe experimentation: games provide a safe environment for players to experiment and make mistakes without serious consequences, encouraging exploration and creativity.
- Immersive narrative: games can immerse viewers or players in a plot or story, creating an interactive experience where they feel deeply connected to the story and characters.
- Adaptability: games can be adapted to skill or knowledge levels, providing personalized challenges that motivate players to keep learning.
- Gamification: elements and principles can be applied to increase participation, motivation and engagement through points, levels, badges, achievements, challenges or missions.

Given the characteristics of video games, it is highlighted that they are good didactic resources for learning, that they can serve as a complement to traditional education and that they can be applied for people whose type of learning is visual, multisensory or interest-based.

### **3 Development**

#### **3.1 Methodology**

For the development of the project, the Scrumban methodology was used, which is an integration of the agile methodologies Scrum and Kanban. This methodology is a robust framework that revolves around agile transformations to address unpredictable problems. While each of the methods have their pros and cons, Scrumban unites their strengths and inherits their weaknesses [7]. Figure 1 shows the phases when applying this methodology.



**Fig. 1.** Scrumban phases

### 3.2 GameMaker

For the development of the video game, GameMaker software was used, a tool designed to create innovative games and prototype ideas in an intuitive way. GameMaker allows creating 2D games and includes a series of editor tools to make games on multi-platforms, such as Windows, Mac, Linux Android, iOS, HTML5, Xbox Series X|S, PlayStation 5 and Nintendo Switch [8].

One of the main advantages of this software is the intuitive Visual Game Maker Language (GML) Game Maker interface, which allows to be able to make games without advanced programming knowledge, since visual scripts are used. In addition, it allows image editing to generate sprites, generate objects, customization of paths, sequences, among others [9].

Other features include:

- Integrated programming language: as mentioned above, GML facilitates the creation of games.
- Graphical interface: allows games to be created visually without the need to write programming code.
- Resources: offers a resource library with graphics, sounds and effects to help you develop quickly.
- Integrated physics: includes physics engines that realistically simulate movements and collisions.
- Level editor: facilitates the creation and editing of levels to develop complex environments.
- Community: it has a large community of developers who share resources, tutorials and tips, facilitating learning and problem solving.

### 3.3 Video game considerations

A video game that can be used by children with autism must have a series of considerations to attract their attention and guarantee their learning. Among the most important considerations are:

- Interface: it must be simple and clear, avoiding the overload of visual elements. It should be easy to navigate through menus, which should have large icons that represent the functionality.
- Colors: they should be chosen carefully, avoiding very saturated or bright colors such as red, orange or intense yellow, especially in the characters. It is important to have a good contrast so that the elements are visible, but extremely high contrasts can be visually overwhelming.
- Graphics and sounds: sudden screen changes, flashing lights and color overload should be avoided. Likewise, loud or sudden sounds should be avoided. In this way, sensory overload can be avoided.
- Clear instructions: instructions should be simple, visual and, if possible, auditory, as it will depend on each player. It should be noted that the ambiguity factor should be eliminated, as it can be a problem for understanding in children with ASD.
- Visual help: help should be considered at all times during the progress of the game, using text boxes, images or sounds that support the understanding of the actions or levels in which they are.
- Repetitive activities: using repetitive activities or patterns can help a child feel comfortable returning to certain actions.
- Immediate feedback: the time and reason for any error should be made known, explaining in an understandable way the action that was taken to have reached that point.
- Rewards: the progress and the benefits or rewards obtained during the progress should be made known. This will make the player feel motivated and learn quickly, avoiding as many mistakes as possible, which reinforces his self-confidence and self-learning.
- Controlled environment: the player will always maintain control over the game. It should be considered that within the mechanics there is no competitiveness, since being multiplayer, it can increase frustration and stress.

### 3.4 Game features

Ecobubbles Adventures is a video game designed to teach, mainly to children, how to recycle and take care of the environment. In this game, players control adorable characters who must clean up a world full of waste and pollution. Although initially designed for children in elementary education, the combination of characters, sounds and mechanics is adapted to capture the attention of children with ASD.

The video game provides players with a small information box as they progress through the level, which tells them about the different types of waste and how it should be recycled correctly. At the end of the levels, players unlock helpful tips on how to reduce pollution in their own community.

It also provides clear and visual instructions in the form of images or icons for each task to be performed in the game, so that children with ASD can easily understand what to do at any given moment. In addition to this, it incorporates visual aids, such as progress indicators or visual cues to identify recyclable debris, to help keep up with the game and understand its objective.

The video game also allows for difficulty adjustment, which ensures a reduced game mode in terms of speed, number of enemies or even amount of debris on screen to suit the individual needs of each player. As shown in Figure 2, having a login allows a profile to be saved and to play simultaneously with other people, allowing levels to be completed as a team.



Fig. 2. Login

### 3.5 Mechanics

Within the video game, there is a main character, whose objective is to clean and collect waste in order to recycle it. The main character will change as the level progresses, as shown in figure 3. The main mechanics are the following:

- Collect garbage: in the game, the player collects garbage that appears in the world or that the enemies themselves drop when walking. Each waste has a different color that corresponds to a type of material such as paper, plastic or glass, so that they can be differentiated.
- Recycle: the player, at the end of each stage of the level, will be able to throw away the garbage that has been collected, which gives him points.
- Avoid contamination: the player must avoid or try to eliminate the enemies that spread contamination and try to dirty the environment with more waste. Figure 4 shows an example of enemy characters.



Fig. 3. Main character



**Fig. 4.** Enemies

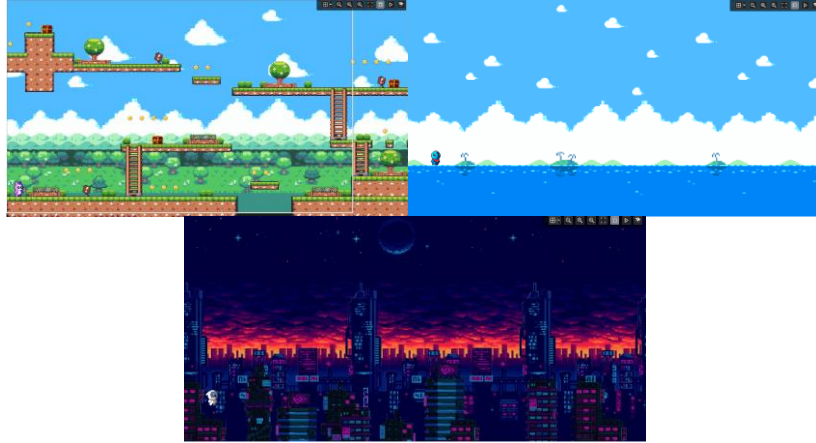
The game has several levels that players can select from, as long as they have completed the previous levels, as shown in Figure 5. This progressive design allows players to advance at their own pace and ensures that they acquire the necessary skills before facing more complex challenges. Completing one level unlocks the next, allowing players to freely choose between levels to replay them and improve scores or discover new recycling tips.



**Fig. 5.** Level selection

Each level represents different scenarios, as shown in Figure 6, as well as actual contaminants and wastes:

- Forest
  - Bottles and cans
  - Food wrappers
  - Campfire debris
  - Disposable material
  - Camp waste
- Ocean
  - Plastics (bottles, bags, caps, fishing nets)
  - Boat debris
  - Fuel and oil residues
- City
  - Paper
  - Plastic
  - Glass
  - Cardboard
  - Electronic waste

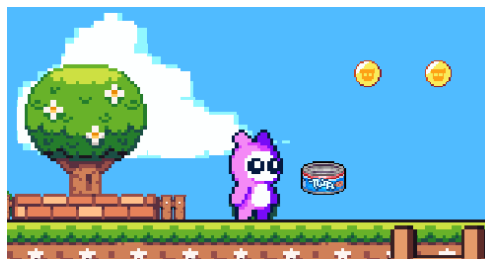


**Fig. 6.** Forest, Ocean and City levels

The game levels have informative signs, as shown in Figure 7, that provide important facts about the level itself and tips on environmental care. These signs also explain game mechanics and tasks or challenges, helping the player to understand how to interact with the environment and perform specific actions. This is designed to effectively educate and guide the player through the levels. An example of garbage collection can be shown in Figure 8.

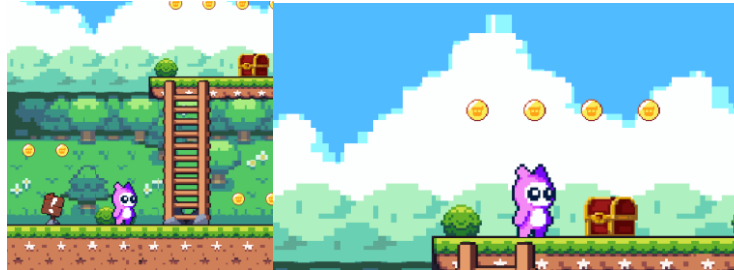


**Fig. 7.** Sign describing the task for the level



**Fig. 8.** Collecting a can

Coins and chests can also be found within the levels, which will be used to obtain points and improve the players' skills, as shown in figure 9.



**Fig. 9.** Collection of chests and coins

After completing a level in Ecobubbles Adventures, a window, like the one in Figure 10, is displayed with the player's final scores. The window offers the options to continue to the next level, retry the level, go to attribute improvement, or exit to the main menu. In this way, the system provides a clear summary of the player's performance and improves his character, maintaining interest and motivation for progress.



**Fig. 10.** Level completed

As the adventure progresses, the attribute upgrade system will allow players, based on points and coins earned at each level, to increase their character's abilities, such as life, damage, speed and time, so as to keep them interested in constantly upgrading and choosing which attributes are of most interest to the player, as shown in Figure 11.



**Fig. 11.** Skill enhancement

As shown in Figure 12, there is also a control menu that allows players to perform various functions while in a level. This facilitates options such as pausing or resuming the game, restarting the level, viewing the level list, accessing settings, and exiting the level. With an intuitive design, the menu ensures that players can manage their

experience easily and without interruption, enhancing their comfort and maintaining their own control over the game.



**Fig. 12.** Control menu

The settings menu, shown in Figure 13, includes options for adjusting the volume of music, sound and brightness, as well as turning them off, ensuring that players can customize their experience by creating a comfortable environment, especially for children with ASD, who may have particular sensory sensitivities.



**Fig. 13.** Settings menu

Since the game has a multiplayer system, Figure 14 shows that high scores can be accessed, allowing players to compare their achievements with those of others, motivating them to improve.



**Fig. 14.** High scores

#### **4 Conclusions and future work**

The development of this type of video games allows some topics to be taught in a more dynamic way, so they can be better understood by the students. This project can also

be used by any child, regardless of covering the aspects and needs for children with ASD.

Despite the effort to meet the characteristics, it is important to remember that not all children respond in the same way to visual, auditory and sensory stimuli, such as images, colors and sounds. This represented a great challenge at the time of design, since at certain points it is difficult to adapt an action that is understandable for everyone, even for adults.

Implementation is planned with a group of children with different characteristics, some with ASD, to receive feedback. This task can be complicated, as the behavior of the children has to be assessed, because a child with ASD or some other condition will probably not be able to give direct feedback.

Regardless of the characteristics, the game will be improved according to the current needs and problems. Children may perceive the environment differently than adults, which will allow the environments within the video game to adapt to their perception, helping them to feel identified with the game. This dynamic and flexible approach will allow the game to evolve and remain current, thus providing an effective and attractive educational tool for all children.

## References

1. World Health Organization, Autismo, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>, last accessed april, 2024.
2. Soto Muñoz, J., Sandoval Bringas, J., Duran Encinas, I., Lara Rubio, B. and Parra Garcia, M. (2020). Development of a Video Game to Support the Strengthening of Pre-Numerical Skills and the Numerical Relationship to Quantities with Children with Autism Spectrum Disorder. In 2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE) (pp. 7-14). IEEE.
3. Wang, L., Wang, B., Wu, C., Wang, J., and Sun, M. (2023). Autism spectrum disorder: neurodevelopmental risk factors, biological mechanism, and precision therapy. *International journal of molecular sciences*, 24(3), 1819.
4. Autism Research Institute, What is Autism?, <https://autism.org/what-is-autism/>, last accessed april, 2024.
5. Hyman, S., Levy, S., Myers, S. (2020). Identification, Evaluation, and Management of Children With Autism Spectrum Disorder. *American Academy of Pediatrics*. Vol. 145, Issue 1.
6. Miranda Palma, C., Canche, M., Narváez, L., Chi, V. and Llanes, E. (2023) Methodology that combines entertainment and learning to develop educational video games. *Revista Espacios*. Vol. 44 No. 2.
7. Bhavsar, K., Shah, V. and Gopalan, S. (2020). Scrumban: An agile integration of Scrum and Kanban in Software Engineering. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*.
8. GameMaker, The Ultimate 2D Game Engine. <https://gamemaker.io/en>, last accessed april, 2024.
9. GameMaker Manual, <https://manual.gamemaker.io/>, last accessed april, 2024.
10. Atherton, G. and Cross, L. (2021). The Use of Analog and Digital Games for Autism Interventions. *Front. Psychol.* 12:669734

# Classification of motor imagery signals as an alternative to inclusion

Torres Soto Aurora<sup>1</sup>[0000-0002-2930-824X], Torres Soto M. Dolores<sup>1</sup>[0000-0002-7245-1076],  
Arellano Serna V. Isabel<sup>1</sup>[0009-0005-3009-2297], Gómez Cajero Gerardo<sup>1</sup>[0009-0005-8704-4579],  
Juárez de la Rosa A. Eduardo<sup>1</sup>[0009-0007-7182-8066]

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México  
(atorres@correo.uaa.mx, mdtorres@correo.uaa.mx)

**Abstract.** Capture, preprocessing, and analysis of electroencephalographic signals is very relevant in the construction of brain-computer systems, because they allow the use of a direct communication channel between the brain and the environment of individuals with severe neuromuscular disorders. In this work, it is presented evidence of the efficiency of two classical machine learning algorithms in the classification of movement intention signals of a test subject. The signals used were captured and preprocessed to obtain a database of 43 features and 200 records from 51200 samples taken from a 14-channel headset. To construct the features that were introduced in the classification models, average values of the signals of each channel, their standard deviation and the multiscale entropy value were used. The classification results suggest that support vector machines are better at processing these signals. The manipulation of EEG signals using machine learning techniques opens great possibilities that point towards the reduction of the gap between healthy individuals and those suffering from some kind of motor disability through the development of new tools and applications.

**Keywords:** Brain-Computer Interface, Motor Imagery, Electroencephalographic Signals, Inclusion, Machine Learning.

## 1 Introduction

With the development of technology, a fascinating field has emerged that promises to contribute to inclusion by capturing and interpreting brain signals, offering a new channel of communication and interaction with devices regardless of any motor limitation. The possibility of controlling devices and communicating directly with the brain not only breaks down barriers but opens a new path towards a less exclusive future.

Additionally, with the study of electrical signals emitted by the brain, a wide variety of applications have been developed that allow the diagnosis, treatment and monitoring of neurophysiologist and neuropsychological diseases; for example, the measurement of the level of consciousness in patients in coma or vegetative state, attention training in children with ADHD and social interaction in children with autism, as well as cognitive and affective regulation in patients with schizophrenia or epilepsy [1]. So, the integration of areas such as neurosciences with computational sciences and especially with machine learning, is just being exploited. This work shows the ability of machine

learning tools to interpret commands dictated by our brain, enabling applications whose limit is our imagination.

### 1.1 Brain-Computer Interfaces

The field of neurosciences as we know it began to consolidate in the centuries 19th and 20th; however, since time immemorial, the functioning of the brain has fascinated mankind. Already in Ancient Greece, philosophers such as Alcmeon claimed that the brain was the center of perception, although its functions remained a mystery for a long time. As the knowledge of this complex organ of the nervous system has advanced, it has made possible the development of tools and methods that allow finding solutions to problems related to its pathologies and disorders [2].

One of the key tools developed to study and understand the brain is the electroencephalogram (EEG), a device invented in 1924 by the German psychiatrist Hans Berger [3]. This device can record the electrical activity of the brain and although it was initially viewed with skepticism, it is now well accepted by the scientific community.

The electrical signals recorded by EEG are very complex; they contain the sum of all neuronal activities, including activities such as blinking, breathing and cardiac activity among others [4]. The systems that enable the interpretation of brain signals by the computer without the need to use nerve or muscle pathways are known as brain-computer interfaces (BCI) or Brain Computer Interfaces (BCI). These systems arise as a result of combining new advances in technology and a better understanding of how the human brain processes information.

BCI are based on the capture and analysis of signals associated with mental processes to solve communication problems in patients with severe motor disabilities [5]. Among the different devices for recording brain activity, electroencephalography is the most common as it is a relatively inexpensive and versatile noninvasive method. However, there is the drawback that brain-computer interfaces with electroencephalogram (BCI-EEG) are not standard systems, i.e., each module must be adjusted to each user individually due to the large variability of EEG signals [6].

One of the most widely documented mental tasks is motor imagery (MI), or mental practice of movement [7], which is a tool of the human mind that allows it to remember or anticipate movements, making it possible to simulate the sequences of a movement in the environment, without the need to interact with it [8].

### 1.2 Machine Learning

Machine learning (ML) is often described as the process of “teaching machines to learn” from experience [9], i.e., that from data related to a specific problem, the machine automatically finds relationships and patterns. A formal definition of this field states that ML *“is a branch of Artificial Intelligence whose objective is the development of techniques that allow computers to learn; that is, it is the creation of algorithms capable of generalizing behaviors and recognizing patterns from information provided in examples form”* [10].

According to Moreno et al. [11] a machine learning model is given by the selection of the most relevant characteristics of an event or object and its subsequent adaptation

to the model of the event or object; and according to the way in which a system performs these two processes on the information, there are different types of learning. Machine learning algorithms are classified with respect to the nature of the data they handle as: supervised, unsupervised and semi-supervised learning algorithms [12]. The area of interest of this paper focuses on the first one. Supervised learning starts from an initial data set (training set) for which the target values (classification or regression) are known. With this information, a model is built to predict the results of new instances [13]. Each machine learning approach is oriented towards specific problems as shown in Figure 1. For example, in the case of supervised learning, the problems addressed are regression and classification; while unsupervised learning seeks either to reduce the dimensionality of a problem or to cluster it [14]. This figure also mentions the most used algorithms for each type of problem.

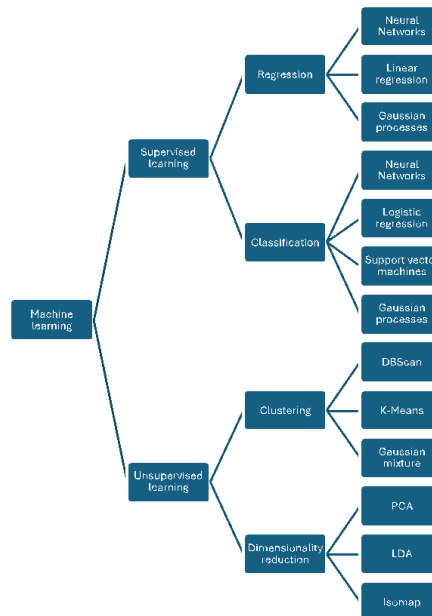


Fig. 1. Machine learning approaches and applications [4].

### Artificial Neural Networks

Artificial neural networks (ANNs) are a group of machine learning algorithms inspired by the functioning of the human neural system; a complex nonlinear and parallel system of interconnections among neurons [2]

In ANNs, each artificial neuron is subjected to an activation function that is modeled by a linear combination of the inputs of that neuron. This activation function results in the output of the neuron [2]. These algorithms specialize in cognitive tasks such as pattern learning, classification or optimization [15] and are especially efficient when a large amount of data is available.

### Support Vector Machines

Support vector machines (SVM) are a kind of classification and regression algorithms that originated in statistical learning with the intention of tackling dichotomous problems; however, they have evolved to the extent that they are currently used with good results in multiclass classification and regression problems as well [16].

The objective of this technique is to determine the hyperplane that separates the sets of objects according to their class. This hyperplane is known as the hyperplane of optimal separation (HSO) and is distinguished from any other possible separator by maximizing the margin between classes [17] as shown in Fig. 2.

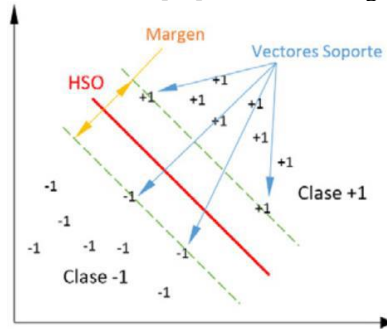


Fig. 2. Operation of an SVM [18]

Although SVMs originally focused on linearly dependent problems, they now make use of kernel methods that allow them to increase the dimensionality of the feature mapping successfully.

## 2 Material and Method

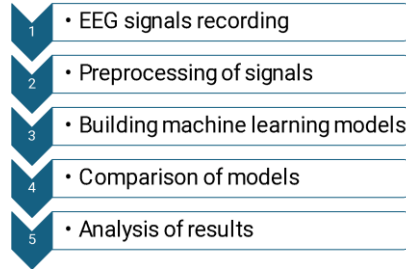
To capture the electroencephalographic signals, the Epoch+ wireless headset manufactured by EMOTIV was used, which has 14 channels. The positioning of this device follows the international 10/20 system [19].

The electroencephalographic signals of movement intention were taken from a 22-year-old male test subject who exhibited a good state of health.

To facilitate the connection between the headband connection software (provided by Emotiv) and the OpenVibe software, a code developed in the CyKit repository (created by CymatiCorp) was used, following the recommendations described by Espinoza [20]. CyKit is a software tool that allows communication between EMOTIV EEG devices and third-party applications.

During the selection process of the model to be used, we also worked with Keras library.

The method followed for the realization of this work is presented in Fig. 3. Following this scheme, the first step to perform the recording of EEG signals is to ensure the connection of the 14 channels of the headband using the EMOTIV software.



**Fig. 3.** Methodology.

The capture protocol consisted of two segments of 20 seconds each; during the first segment the test subject was instructed to concentrate on self-visualizing by opening the right hand without making the physical movement for 20 seconds, subsequently the subject was asked to concentrate on his self-visualization closing the hand without making the physical movement. Each segment was followed by a rest period of 1 minute. This process was repeated 5 times. The total number of samples was 51200 (excluding rest periods).

Later, data corresponding to the rest period were removed, and the 5 samples were grouped, with its corresponding class label: '0' coding the intention of closing the right hand; and '1' coding the intention of closing the hand. The sampling frequency used was 256Hz. Subsequently, the calculation of the mean, standard deviation and multiscale entropy [21] was performed to each set of 256 records (corresponding to one second of sampling) in each of the 14 channels, thus obtaining a group of 43 features.

Then, the two algorithms most used in machine learning for classification purposes were implemented in Python: SVM and ANN.

Both models were encoded in Python; using the 'Scikit-learn' machine learning library for the support vector machine and 'Keras' for the artificial neural network. For training, 80% of the pre-processed data was used and the remaining 20% was used for testing, using the same datasets in each of the algorithms.

Comparison of the algorithms was performed by running 100 iterations of each. The results and analysis are described in the following section.

### 3 Experiments and results

Once the preprocessed data were available, a set of tests was performed with the two encoded models to compare them in the processing of motion intention signals. Table 1 shows the parameter values obtained experimentally for both models.

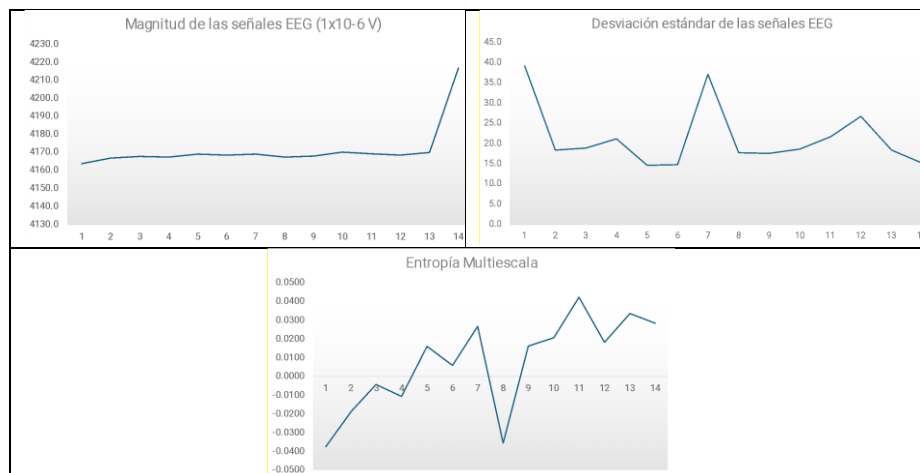
**Table 1.** Model parameters.

Model	Parameter
	C=0.85
SVM	Linear kernel

	Gamma=1/4
ANN	Optimizer: Adam
	Batch size= 10
	Number of layers =4
	Neurons per layer: 20
	Activation function per layer: Relu and Sigmoide on the last layer
	Epochs = 500

The values shown in the table above were selected based on the average classification accuracy and the results of the confusion matrices.

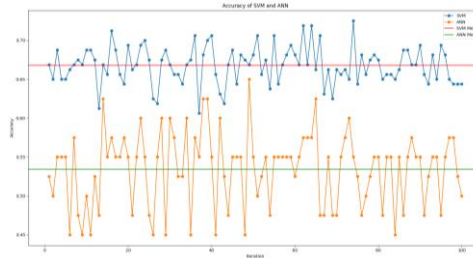
The tests were performed on the average values for each second of sampling for each of the fourteen channels. The average behavior of the 51200 samples for each channel is shown in Figure 4. These images show that although the 14 channels (AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4) measure the same type of variable ( $\mu V$ ), there is a difference in their behavior according to the respective channel.



**Fig. 4.** Behavior of average EEG signal characteristics per channel. From left to right and from top to bottom: a) Magnitude, b) Standard deviation and c) Multiscale entropy.

Comparing the performance of the two classification algorithms for 100 runs each, the results shown in Fig. 5 were obtained.

As can be seen in the figure above, the average performance of the SVM model performed better than the ANN in the classification of electroencephalographic signals. While SVMs had an average accuracy of 67%, ANNs only achieved an average of 53%.



**Fig. 5.** Performance comparison between SVM and ANN

#### 4 Conclusions and discussion

In this study was explored the detection of movement intention through EEG signals of movement intention from the right hand of a test subject, revealing the possibility of using signals of this nature without the need to perform the physical movement. This opens great possibilities that point towards the reduction of the gap between healthy individuals and those suffering from some kind of motor disability through the development of new tools and applications based on machine learning.

A relevant aspect is the high complexity of these signals; as reported in the literature, they are captured with different artifacts that complicate their analysis; however, the use of tools such as multiscale entropy allows us to examine the complexity of the spatio-temporal pattern underlying specific cognitive operations. Additionally, the use of mean and standard deviation averaged signals allows us to work with them successfully, because although they are very similar in magnitude, they exhibit a distinctive behavior according to the site in the brain from which they originate.

Comparing the Support Vector Machine (SVM) and the Artificial Neural Network (ANN), we found that the SVM outperformed in accuracy in the detection of the intention of movement; a situation that this team finds logical, since in different studies it has been mentioned as a strength of this type of models, its feasibility to work with problems in which there are numerous features, even when there are few samples.

As future work, a better tuning of the SVM model parameters will be performed for its application in the control of a robot arm. Additionally, the integration of electroencephalographic signals from 2 additional test subjects has been initiated, for which the Common Spatial Pattern (CSP) method will be used.

#### References

1. Alonso-Valerdi L. M., Arreola-Villarruel M. A., Argüello-García J. (2019) Interfaces Cerebro-Computadora: Conceptualización, Retos de Rediseño e Impacto Social. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*. <https://doi.org/10.17488/RMIB.40.3.8>

2. Acosta AEG, Soto MDT, Soto AT, Sentí EEP de L (2020) Contrastación de algoritmos de aprendizaje automático para la clasificación de señales EEG. *Research in Computing Science* 149:515–525
3. Urrestarazu E, Iriarte J (2005) Mathematical analyses in the study of electroencephalographic signals. *Rev Neurol* 41:423–434
4. Gallegos Acosta Alexis Edmundo (2022) Obtención y manipulación de señales electroencefalográficas por medio de metaheurísticas híbridas. *Investigación, Universidad Autónoma de Aguascalientes*
5. Moreno I, Batista E, Serracín S, et al (2019) Los sistemas de interfaz cerebro-computadora basado en EEG: características y aplicaciones. *I+D Tecnológico* 15:13–26. <https://doi.org/10.33412/idt.v15.2.2230>
6. Alonso-Valerdi LM, Arreola-Villarruel MA, Argüello-García J (2019) eBrain computer-interfaces: Conceptualization, redesign challenges and social impact. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica* 40:. <https://doi.org/10.17488/RMIB.40.3.8>
7. Nicholson V, Watts N, Chani Y, Keogh JWL (2019) Motor imagery training improves balance and mobility outcomes in older adults: a systematic review. *J Physiother* 65:200–207
8. Rousseau C, Barbiero M, Pozzo T, et al (2021) Actual and Imagined Movements Reveal a Dual Role of the Insular Cortex for Motor Control. *Cerebral Cortex* 31:2586–2594. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa376>
9. Norman AT (2019) Aprendizaje Automático En Acción. *ЛитРес*
10. Valero CS (2017) Aplicación de métodos de aprendizaje automático en el análisis y la predicción de resultados deportivos (Application of automated learning methods for analyzing and predicting sports outcomes). *Retos* 377–382. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.58506>
11. Moreno Antonio, Armengol Eva, Béjar Javier, et al (1994) Aprendizaje automático, Primera. Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, Catalunya
12. Bishop CM *Pattern recognition and machine learning*. New York : Springer, [2006] ©2006
13. Cardenas M, Medel R, Castillo J, et al (2015) Modelos de aprendizaje supervisados: aplicaciones para la predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba
14. Zhang Q, Barri K, Jiao P, et al (2021) Genetic programming in civil engineering: advent, applications and future trends. *Artif Intell Rev* 54:1863–1885
15. Florez-Lopez R, Fernández Fernández JM (2008) Las redes neuronales artificiales: fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas. Oleiros (La Coruña) : Netbiblo, 2008
16. Carmona Suárez EJ *Tutorial sobre Máquinas de Vectores Soporte (SVM)*
17. Betancourt G (2005) LAS MÁQUINAS DE SOPORTE VECTORIAL (SVMs). *Scientia Et Technica*
18. González R, Barrientos A (2017) Aplicación de las Máquinas de Soporte Vectorial (SVM) al diagnóstico clínico de la Enfermedad de Párkinson y el Temblor Esencial. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* 14:394–405. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2017.07.005>
19. Sharbrough F, Chatrian GE, Lesser R, et al (1991) American Electroencephalographic Society guidelines for standard electrode position nomenclature. *Clinical Neurophysiology* 8:200–202
20. Espinoza Sánchez Joel Alejandro (2022) Joul24py (Joel Espinoza Sánchez) · GitHub. In: 2022. <https://github.com/Joul24py>. Accessed 18 May 2024

21. Naranjo Orellana J, De La Cruz Torres B La entropía y la irreversibilidad temporal multiescala en el análisis de sistemas complejos en fisiología humana. Rev Andal Med Deport

# Machine Learning en Manejo de Señales Electroencefalográficas para Desarrollo de Interfaces Inclusivas

María Dolores Torres Soto <sup>1</sup>[0000-1111-2222-3333] and Aurora Torres Soto <sup>1</sup>[1111-2222-3333-4444]

<sup>1</sup> Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes, MÉXICO  
{dolores.torres, aurora.torres}@edu.uaa.mx

**Abstract.** This paper presents an analysis of three machine learning techniques for the identification and classification of electroencephalographic signals for the management of devices with ocular instructions for the control of dichotomous control artifacts to support social inclusion. This is an approach to the control of dichotomous artifacts with ocular signals; with the intention of working "eye open" as a signal to activate a mechanism (open a door, turn on an electronic device, answer a call, among other actions) and "eye closed" as a signal to deactivate a mechanism (close a door, deactivate an alarm, hang up a call, stop a wheelchair, among other actions). The techniques that integrated the comparative are artificial neural networks, random forests and k-nearest neighbors. Electroencephalographic signals are highly complex signals because they incorporate physiological artifacts (such as breathing, heartbeat, startle when thinking about situations that make us uneasy, among others), and also contain information from physical artifacts (such as the effect of the disconnection of a node, among others). The results obtained show a particularly good performance using k-nearest neighbors with an accuracy of 96.56% (where k=5), followed by random forest with 92.62% accuracy, while the artificial neural network only achieved 62.18% accuracy even when fast Fourier transform was performed. The intention of this work is to provide a reliable support mechanism for people with motor disabilities to have an approach to social integration supported by technology.

**Palabras Clave:** Inclusión, discapacidad, Aprendizaje de Máquina

**Resumen.** Este trabajo, presenta un análisis de tres técnicas de aprendizaje de máquina para la identificación y clasificación de señales electroencefalográficas para el manejo de dispositivos con instrucciones oculares para el control de artefactos de control dicotómico de apoyo a la inclusión social. Se trata de un acercamiento al control de artefactos dicotómicos con señales oculares; con la intención de trabajar "ojo abierto" como señal para activar un mecanismo (abrir una puerta, encender un aparato electrónico, contestar una llamada, entre otras acciones) y "ojo cerrado" como señal para desactivar un mecanismo (cerrar una puerta, desactivar una alarma, colgar una llamada, detener una silla de ruedas, entre otras acciones). Las técnicas que integraron el comparativo son redes neuronales artificiales, bosques aleatorios y k-vecinos más cercanos. Las señales electroencefalográficas son señales con una alta complejidad por incorporar artefactos fisiológicos (como la respiración, el latir del corazón, el sobresalto al pensar en situaciones que nos provocan intranquilidad entre otros), además de

contener información también de artefactos físicos (como el efecto de la desconexión de un nodo entre otros). Los resultados obtenidos, muestran un desempeño especialmente bueno usando k-vecinos más cercanos con una precisión de 96.56% (donde  $k=5$ ), seguido por bosque aleatorio con un 92.62% de precisión, mientras que la red neuronal artificial sólo alcanzó un 62.18% de precisión aún cuando se realizó transformación rápida de Fourier. La intención de este trabajo es proveer un mecanismo confiable de apoyo para que personas con discapacidad motriz tengan un acercamiento a la integración social apoyados en tecnología.

**Keywords:** Inclusion, disability, Machine Learning

## 1 Introducción

En la medicina contemporánea, la adopción de las ciencias computacionales como la inteligencia artificial y la digitalización de grandes cantidades de información de salud ha impulsado un significativo desarrollo [1],[2]. Esta innovadora interacción entre áreas, ofrece oportunidades para reducir costos, optimizar tiempo y minimizar errores médicos, además de mejorar las herramientas en especialidades médicas con altos requisitos [3]. En este artículo, se presenta el resultado de un comparativo de técnicas de Aprendizaje de Máquina para interpretación y manejo de señales electroencefalográficas con la intención de controlar dispositivos para auxiliar a personas con discapacidades motrices serias en su integración social.

Lamentablemente, en México, la discriminación de las personas con discapacidad es una realidad, se le ha privado a este sector de la sociedad de sus derechos fundamentales para obtener una educación de calidad, un trabajo digno, condiciones igualitarias de transporte, entre otros.

En nuestro país observamos una enorme exclusión social de personas con discapacidad motriz, cognitiva, visual, verbal, auditiva, entre otras. Urge que la comunidad científica examine alternativas de inclusión aprovechando los adelantos tecnológicos que estamos experimentando actualmente. Las señales electroencefalográficas representan una alternativa para integrar a personas con discapacidades motrices, visuales, auditivas, entre otras.

Se calcula que 1300 millones de personas, es decir, el 16% de la población mundial, sufre actualmente una discapacidad importante. Esta cifra está aumentando debido al crecimiento de las enfermedades no transmisibles y a la mayor duración de la vida de las personas. Las personas con discapacidad constituyen un grupo diverso, por lo que sus experiencias vitales y a sus necesidades en materia de salud se ven afectadas por factores como el género, la edad, la identidad de género, la orientación sexual, la religión, la raza, la etnia y la situación económica. Las personas con discapacidad mueren antes, tienen peor salud y experimentan más limitaciones en su actividad cotidiana que las demás [4].

El objetivo de este trabajo, es proveer a la comunidad científica de herramientas de identificación y manipulación de señales electroencefalográficas para el manejo de dispositivos con instrucciones oculares para el control de artefactos de control dicotómico de apoyo a la inclusión social.

En las secciones siguientes, el lector encontrará información referente a los modelos de aprendizaje de máquina integrados en este estudio bajo la cabecera de “Temas Relacionados”, así como un pequeño contexto de la discriminación hacia personas con discapacidad en México. Posteriormente, se presentan las secciones de “Material y Método” en la que se presenta el marco de trabajo utilizado en esta investigación. La sección de Resultados se presenta enseguida y se concluye con la sección de conclusiones y discusión.

## **2 Temas Relacionados**

### **2.1 Discriminación**

La discriminación es toda distinción, exclusión, restricción o preferencia que tiene como resultado obstaculizar, restringir, impedir, menoscabar o anular el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos humanos y libertades, en base a uno o más de los siguientes motivos entre otros: origen étnico o nacional, color de piel, género, discapacidades, condición social, económica, de salud o jurídica, religión, entre otros. [5]. El 19 de octubre es el “Día Nacional contra la Discriminación” y se lleva a cabo en el marco de la celebración de la abolición de la esclavitud ordenada por Don Miguel Hidalgo y Costilla el 19 de Octubre de 1810 [5].

En nuestro país, se tiene cuenta con El Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED). Esta instancia gubernamental, establece que "la discriminación es una práctica cotidiana que consiste en dar un trato desfavorable o de desprecio inmerecido a determinada persona o grupo, que a veces no percibimos, pero que en algún momento la hemos causado o recibido".

La discriminación es asociada a situaciones de marginación, apartamiento, diferencia, exclusión, distinción, preferencia y segregación [6]. En aras de contribuir un poco para erradicar esta desafortunada práctica en muchas esferas de nuestro país, es necesario integrar tecnologías para aperturar el abanico de posibilidades para facilitar la integración de personas con discapacidad a nuestra sociedad.

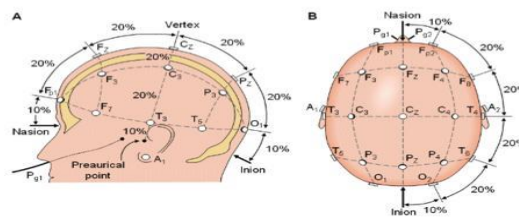
### **2.2 Señales Electroencefalográficas**

La electroencefalografía “es una medición no invasiva de los campos eléctricos del cerebro” [7]. Las señales electroencefalográficas (EEG), son muy complejas debido a que incorporan una serie de artefactos fisiológicos (movimientos oculares, musculares, latidos del corazón, respiración, entre otros) y a éstos se pueden añadir artefactos técnicos (como desconexión de un electrodo, o del dispositivo de captura de señales electroencefalográficas) [8].

A lo largo de los años, la electroencefalografía se ha aplicado a áreas tales como la medicina, la educación y el entretenimiento [9] entre otras. En medicina, patologías como la epilepsia, trastornos del sueño, trastornos de déficit de atención, aplicaciones de monitoreo de fatiga o estrés han hecho uso de señales electroencefalográficas [9-11].

En el área de investigación de señales electroencefalográficas, se cuenta con el sistema internacional 10-20 que describe la localización de cada uno de los electrodos o nodos de conexión. Los números 10/20 hacen referencia al porcentaje (10 y 20) de

distancia en la que deben estar colocados los electrodos en la parte frontal, occipital, de lado derecho e izquierda del cráneo. Cada sitio tiene una letra para identificar el lóbulo y un número para identificar la ubicación del hemisferio. Lóbulo F Frontal T Temporal C Central P Parietal O Occipital [12]. La diadema emotiv-epoch plus, se adhiere al sistema de conexión internacional 10/20 y para que el lector ubique el mecanismo de localización de los nodos, se muestra la fig. 1., donde podrá revisarse la nomenclatura usada en A. la localización lateral y en B. la localización superior.



**Fig. 1.** Sistema Internacional 10-20 para la colocación de los electrodos extracraneales [12].

### 2.3 Modelos de Aprendizaje de Máquina

En esta sección se presentan los algoritmos usados para la modelación del problema de crear una interface que permita activar/desactivar, avanzar/detenerse, encender/apagar un dispositivo automatizado de apoyo para integración de personas con alguna discapacidad.

Se estuvo trabajando con: redes neuronales artificiales, k-vecinos más cercanos y el bosque aleatorio. Para cada algoritmo, se presenta una breve descripción en esta sección.

#### Redes Neuronales Artificiales

Inspiradas en las redes neuronales biológicas, las Redes Neuronales Artificiales (RNA), constituyen uno de los modelos de aprendizaje actuales con mayor auge; pues partiendo de un grupo de datos etiquetados, las redes son capaces de aprender la relación de asociación de las entradas (datos) con sus salidas (clase o etiqueta) [13]. Este modelo de aprendizaje computacional, está compuesto por unidades de procesamiento llamadas neuronas que se organizan en capas interconectadas [14] conformando una estructura bien organizada. Las RNA poseen una capa de neuronas de entrada, una o varias capas intermedias (llamadas ocultas) y una capa de salida. En este tipo de estructura, se presenta una entrada en el nivel de capa de entrada junto con una respuesta deseada para la capa de salida, de manera que el proceso de aprendizaje se ejecuta en base a la comparación entre los datos de salida que calcula la red y la respuesta que se desea, generando un error que es utilizado para ajustar los parámetros de la red (pesos) de modo que resulte un mejor rendimiento [13].

Las redes neuronales han crecido en popularidad en los últimos años debido a su eficiencia en múltiples tareas de aprendizaje automático entre las que se puede

mencionar el reconocimiento de imágenes, el reconocimiento de voz y el procesamiento de lenguaje natural; sin embargo, su uso exitoso en el campo de la medicina les ha valido que sean contempladas en este trabajo. Algunas de las áreas de aplicación exitosa en el diagnóstico médico incluyen el reconocimiento de patrones de radiografías, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas; donde has dado soporte a las decisiones de médicos expertos [15].

En el área médica las RNA se usan para analizar grandes conjuntos de datos para la extracción de información relevante; sin embargo, aunque han mostrado un enorme potencial en esta área; también deben afrontar desafíos, pues debido a que son modelos aproximados, sus resultados deben ser validados por personal experto.

### **K-Vecinos más Cercanos**

El algoritmo de los k-vecinos más cercanos (KNN por sus siglas en inglés), ha sido ampliamente utilizado como una técnica no paramétrica en reconocimiento de patrones debido a su sencillez y buen desempeño [16]. Este algoritmo clasifica un nuevo objeto mediante el cálculo de la distancias de todo el conjunto de almacenamiento con el objeto que se desea clasificar, seleccionando los k-objetos más cercanos y asignando la clase mayoritaria de los k-objetos más similares [17].

Algunas de las ventajas que presenta este modelo de aprendizaje son: no requiere de la estimación de parámetros, es fácil de usar y de implementar y el entrenamiento se realiza implícitamente; sin embargo, cuando las muestras no están balanceadas, este algoritmo cae fácilmente en la categoría de la muestra mayoritaria [18].

A pesar de que KNN es uno de los métodos de clasificación más simples, su desempeño es comparable con el de clasificadores más sofisticados. Algunos de los retos que enfrenta este algoritmo incluyen [19]:

Selección del valor de k: número de vecinos que serán empleados en la selección de la clase de un nuevo objeto.

Selección del vecindario: la selección del vecindario incluye medida de distancias y búsqueda de los vecinos.

Desde su introducción por Cover y Hart [20], muchos investigadores han hecho modificaciones al algoritmo original; sin embargo, incluso en su versión más simple exhibe un desempeño sorprendente.

### **Bosques Aleatorios**

Bosques Aleatorios (o Random Forest), son un algoritmo de machine learning de uso común por su facilidad de uso y flexibilidad; apropiado para abordar problemas tanto de clasificación como de regresión; y que es ideal para trabajar con una gran cantidad de datos y múltiples variables [21]. Este algoritmo fue descrito por Leo Breiman en el año 2001 [22], donde se establece como la agrupación de varios árboles de decisión.

Este algoritmo presenta varias ventajas con respecto a otros del aprendizaje automático en el sentido de la poca preparación que se requiere sobre los datos y su robustez ante valores atípicos.

Su construcción se basa en la selección aleatoria de un grupo de variables con las que se entrenan árboles individuales que son empleados para hacer predicciones (con

lo que se garantiza el uso de todas las variables y datos para construir el modelo [23]); y el resultado final está determinado por el voto mayoritario de todos los árboles del bosque. Este enfoque ayuda a reducir el sobreajuste, ya que la aleatoriedad en los subconjuntos de datos y el promedio de los resultados de varios árboles pueden ayudar a reducir la varianza del modelo.

Los algoritmos de bosque aleatorio han mostrado ser muy precisos en múltiples campos de aplicación que van desde la predicción del alza en los precios de ciertos productos, hasta la determinación de los clientes que no pagarían un crédito. Sin embargo, pueden ser computacionalmente costosos y pueden exhibir dificultades al capturar interacciones no lineales entre variables.

### 3 Material y Método

En la fig. 2 se muestra la metodología general de este trabajo. Como puede observarse, se comenzó trabajando con la base de datos EEG: “Eye State Classification EEG Dataset” doi 10.24432/C57G7J, del repositorio de la Universidad de California (UCI) que, describe señales electroencefalográficas mediante 14 características, correspondientes a los electrodos del dispositivo EEG. Las señales son mediciones correspondientes a dos clases: ojo abierto y ojo cerrado. La base de datos contiene 14980 instancias donde la clase es “1” ojo cerrado y “0” ojo abierto. Este dataset fue creado mediante un muestreo de poco más de 117 segundos a una tasa de captura de 128 registros por segundo.

Una vez que se tuvo la base de datos EEG de “ojo abierto y cerrado”, se realizó un preprocesamiento que consistió en la eliminación de 1 caso que perdió la señal de un nodo (AF3) y otro que contenía una señal fuera de rango para el mismo nodo (AF3). Para el caso de la red neuronal, también se realizó una transformación rápida de Fourier en las señales de todos los electrodos.

A continuación se desarrollaron los modelos de Random forest y k-Vecinos más cercanos con en lenguaje Python 3.7 con apoyo de las librerías Pandas y sklearn y para la red neuronal, se utilizaron tensorflow y keras. Posteriormente, se prepararon los conjuntos de entrenamiento y validación con un 80% y un 20% respectivamente y se procedió a realizar las pruebas.

Se realizaron 30 réplicas de cada algoritmo, se contabilizaron los resultados de cada algoritmo y se procedió a la comparación.



**Fig. 2. Metodología General**

Como quinta etapa, se obtuvieron los resultados finales del trabajo y se procedió con la obtención de conclusiones.

## 4 Resultados

Para cada algoritmo, se trabajó con 30 réplicas, la programación está realizada en python 3.7 y se utilizaron las librerías de pandas, sklearn, tensorflow y keras. Se ejecutaron los algoritmos en una computadora macintosh apple macbook pro de 32 GB de RAM, disco duro de 2TB de estado sólido y microprocesador intel i7.

Todos los resultados mostrados en esta sección corresponden a valores promedio de las 30 réplicas.

El número total de observaciones válidas es de 14978. Para todos los algoritmos, se trabajó con 80% (11982 observaciones) de los datos para entrenamiento y 20% (2996 observaciones) para validación.

### 4.1 Red Neuronal

Durante la primera etapa de experimentación empírica de la red neuronal, los resultados se estancaron en una precisión de 54.67%; analizando los resultados, puede observarse que el algoritmo fue incapaz de reconocer la clase “ojo cerrado” por tal motivo, se incorporó al preprocesamiento una transformación rápida de fourier y se repitieron los experimentos. Aún con la transformación rápida de Fourier, se obtuvieron resultados de precisión de 62.1%.

La configuración con mejores resultados se presenta en la tabla 1.

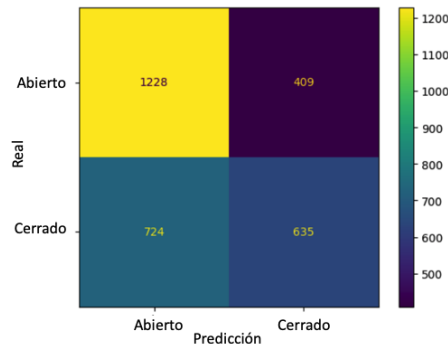
**Tabla 1.** Configuración de la Red Neuronal Artificial.

Capa	Neuronas	Función de Activación
Entrada	14	

Ocultal	28	Tangente hiperbólica
Ocultal2	28	Rectificadora (relu)
Salida	1	Sigmoide

Es interesante comentar que se estuvieron probando varias configuraciones, pero la presentada fue la que prevaleció. Se utilizaron 200 y 700 épocas con un batch de tamaño 10 y 20 y optimizadores ADAM (Estimación Adaptativa de Momentos) y RMSprop (promedio móvil exponencial con pesos).

En la fig. 3 puede observarse el comportamiento promedio de la red neuronal en términos de su dificultad para distinguir las clases. Puede observarse un error tipo I de 24.98% y un error tipo II del 53.27% .



**Fig. 3. Matriz de Confusión Red Neuronal**

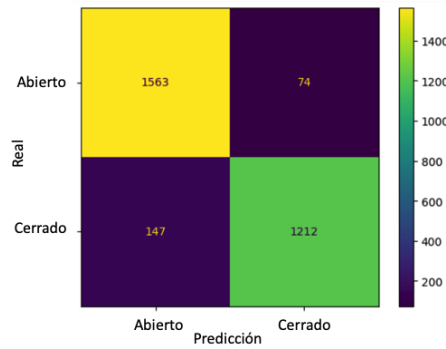
## 4.2 Bosque Aleatorio

El algoritmo de Bosque Aleatorio, trabajó muy bien con los datos en bruto, por lo que no fue necesario hacer alguna transformación. Los principales parámetros del algoritmo se establecieron como se muestra en la Tabla 2. Los resultados finales de los experimentos de este algoritmo, arrojaron una precisión del 92.62% promedio generando una matriz de contingencia promedio como la mostrada en la fig. 4.

**Tabla 2.** Parámetros del Algoritmo de Bosque Aleatorio.

Parámetro	Valor	Descripción
n_estimator	100	Número de árboles en el bosque
criterion	“gini”	Función de medida de la calidad de una partición.
max_depth	none	Si es “none”, los nodos se expanden hasta que todas las hojas sean puras o hasta que todas las hojas contengan min_samples_split muestras.

Como puede observarse en la figura 4, el algoritmo es bueno para distinguir ambas clases presentando un error tipo I de 4.5% y un error Tipo II de 10.8%.



**Fig. 4. Matriz de Confusión Bosque Aleatorio**

Esto significa que el algoritmo tiene aproximadamente el doble de dificultad para identificar el ojo cerrado que el ojo abierto.

### 4.3 K-Vecinos más Cercanos

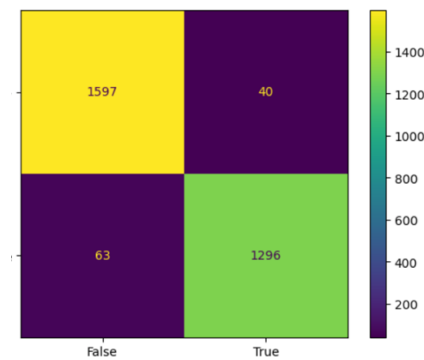
El algoritmo de clasificación K-Vecinos más Cercanos, mostró un desempeño impresionante sin la necesidad de realizar ninguna transformación a los datos. Este algoritmo alcanzó una precisión de 96.56% (usando un valor de  $k = 5$ ). Los principales parámetros usados pueden consultarse en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Parámetros del Algoritmo K-Vecinos más Cercanos.

Parámetro	Valor	Descripción
k	5	Número de vecinos más cercanos
weights	uniforme	Todos los puntos en cada vecindario tienen el mismo peso.
algorithm	auto	Intentará decidir el algoritmo más apropiado en función de los valores pasados para ajustar el método.

Este algoritmo fue el que presentó la mejor capacidad para distinguir las clases. Como puede observarse en la fig. 5, el algoritmo es bueno para distinguir ambas clases (presenta el error tipo I menor, así como el error tipo II menor) del conjunto completos de algoritmos.

K-Vecinos más Cercanos, pertenece al grupo de algoritmos de aprendizaje de máquina clásicos, y aunque es uno de los métodos de clasificación más simples, su desempeño es comparable con el de clasificadores más sofisticados como redes neuronales.



**Fig. 5.** Matriz de Confusión K-Vecinos más Cercanos

K-Vecinos más cercanos, exhibió una precisión de 96.56%, un error tipo I de 2.44%, un error tipo II de 4.63%. Lo que deja ver su enorme potencial para distinguir adecuadamente las clases.

## 5 Conclusiones y Discusión

K-Vecinos más Cercanos, es el algoritmo que tuvo mejores resultados para el problema de clasificación de señales oculares con la intención de ser aplicadas en control dicotómico de dispositivos. Pudimos observar que aunque la base de datos se encuentra bien balanceada en las clases, los algoritmos tienen especial dificultad para identificar la señal de ojo cerrado, presentando un error tipo II un poco mayor que el error tipo I. Es interesante ver que uno de los algoritmos con mayor aplicación en problemas de aprendizaje de máquina (la Red Neuronal), aún con uso de una transformación rápida de Fourier quedó muy debajo del algoritmo clásico K-Vecinos más Cercanos.

Es interesante observar que todos los algoritmos tuvieron mayor problema para clasificar correctamente la clase de ojo abierto reportando respectivamente para Redes Neuronales, Bosque aleatorio y K-Vecinos más Cercanos errores tipo II de 53.27%, 10.8% y 4.63%.

Una de las responsabilidades sociales de todo grupo investigador, es el aplicar las últimas tecnologías para beneficio de nuestra sociedad, el contar con un clasificador confiable de señales oculares para utilizar el ojo humano como signo controlador de dispositivos de inclusión implica abrir una puerta a las personas con discapacidades motrices serias. Como trabajo futuro, se integrarán otras señales oculares para incrementar el número de señales de control de la interface cerebral para la manipulación de artefactos electrónicos.

## References

1. Moreno I. *et al.*, “Los sistemas de interfaz cerebro-computadora basado en EEG: características y aplicaciones,” *I+D Tecnológico*, vol. 15, no. 2, pp. 13–26, Jul. 2019, doi: 10.33412/idt.v15.2.2230.
2. López Gordo M. A., “Interfaz BCI de altas prestaciones basada en la detección y procesamiento de la actividad cerebral (BCI-DEPRACAP) tesis doctoral,” Editorial de la Universidad de Granada, Granada, 2009.
3. J. Esqueda-Elizondo, D. Hernández-Manzo, E. Bermudez-Encarnación, L. Jiménez-Beristáin, and M. Pinto-Ramos, “Manipulación de un brazo robótico mediante señales electroencefalográficas,” *Rev. Tecnol. e Innovación*, vol. 3, no. 7, pp. 89–98, 2016, [Online]. Available: [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia\\_e\\_innovacion/vol3num7/Revista\\_de\\_Tecnologia\\_e\\_Innovacion\\_V3\\_N7.pdf#page=98](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol3num7/Revista_de_Tecnologia_e_Innovacion_V3_N7.pdf#page=98).
4. OMS, “Discapacidad,” *Discapacidad, Datos y Cifras*. [Online]. Available: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health#:~:text=Se calcula que 1300 millones de personas%2C es decir%2C el,la vida de las personas. \[Accessed: 31-May-2024\]](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health#:~:text=Se calcula que 1300 millones de personas%2C es decir%2C el,la vida de las personas. [Accessed: 31-May-2024]).
5. Gobierno Federal. PRONAIND. “Programa Nacional para Igualdad y No Discriminación. Guía Ciudadana,” *PRONAIND 2021-2024*, vol. 6, no. 1, pp. 51–66, 2021.
6. Gobierno Federal, “CONAPRED.” [Online]. Available: <https://www.conapred.org.mx/que-es-conapred/>.
7. A. Biasiucci, B. Franceschiello, and M. M. Murray, “Electroencephalography,” *Curr. Biol.*, vol. 29, no. 3, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.cub.2018.11.052.
8. A. Santillan Guzman, H. Z. Ramírez Uriarte, J. J. Oliveros Oliveros, M. M. Morin Castillo, and H. Ramírez Díaz, “Interfaz Gráfica Intuitiva para el Procesamiento de Señales EEG,”

- Memorias DEL Congr. Nac. Ing. Biomédica, vol. 5, no. 1, pp. 146–149, 2018, doi: [dx.doi.org/10.24254/CNIB.18.20](https://doi.org/10.24254/CNIB.18.20).
9. G. Coro, G. Masetti, P. Bonhoeffer, and M. Betcher, “Distinguishing Violinists and Pianists Based on Their Brain Signals,” in *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2019, vol. 11727 LNCS, pp. 123–137, doi: [10.1007/978-3-030-30487-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30487-4_11).
  10. Y. Roy, H. Banville, I. Albuquerque, A. Gramfort, T. H. Falk, and J. Faubert, “Deep learning-based electroencephalography analysis: a systematic review,” *J. Neural Eng.*, vol. 16, no. 5, p. 51001, Aug. 2019, doi: [10.1088/1741-2552/ab260c](https://doi.org/10.1088/1741-2552/ab260c).
  11. F. Ramos Argüelles, G. Morales, S. Egozcue, R. M. Pabón, and M. T. Alonso, “Técnicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas,” *An. Sist. Sanit. Navar.*, vol. 32, pp. 69–82, Jun. 2009, [Online]. Available: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272009000600006&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006&nrm=iso).
  12. C. Novo, L. Chacón Guitierrez, and J. A. Barradas Bribiesca, “Mapeo Electroencefalográfico y Neurofeedback,” no. February 2010, pp. 371–412, 2010.
  13. Castañeda Sánchez, Willy Alex, Polo Escobar, Benjamín Roldan, & Vega Huincho, Fernando. (2023). Redes neuronales artificiales: una medición de aprendizajes de pronósticos como demanda potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 27(118), 51-60. Epub 05 de enero de 2024. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i118.686>
  14. Introducción a las redes neuronales artificiales. archive.ph [Internet]. 2007 [citado 9 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://archive.ph/Dnrhi>
  15. Chibá-Muñoz E. Aplicación de las redes neuronales artificiales en la medicina. *Gac Med Est* [Internet]. 2024 [citado día mes año]; 5(1):e216. Disponible en: <http://www.revgaetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/view/216>
  16. T. Cover, P. Hart, "Nearest neighbor pattern classification". *Transactions on Information Theory*. Vol. 13. 1967. pp. 21-27.
  17. Sánchez-Díaz, Guillermo, Escobar-Franco, Uriel E., Morales- Manilla, Luis R., Piza-Dávila, Iván, Aguirre-Salado, Carlos, & Franco-Arcega, Anilu. (2013). Un algoritmo de clasificación incremental basado en los k vecinos más similares para datos mezclados. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (67), 19-30. Retrieved June 11, 2024, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-62302013000200002&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-62302013000200002&lng=en&tlng=es).
  18. J. Sun, W. Du, N. Shi, A survey of KNN algorithm, *Inf. Eng. Appl. Comput.* 1 (2018) 10.
  19. J. Li, J. Zhang, J. Zhang and S. Zhang, "Quantum KNN Classification With K Value Selection and Neighbor Selection," in *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 43, no. 5, pp. 1332-1345, May 2024, doi: [10.1109/TCAD.2023.3345251](https://doi.org/10.1109/TCAD.2023.3345251).
  20. T. M. COVER, & P. E. HART “Nearest Neighbor Pattern Classification” (1967).
  21. Medina-Merino, R., & Ñique-Chacón, C. (2017). Bosques aleatorios como extensión de los árboles de clasificación con los programas R y Python. *Interfases*, (10), 165-189. doi:<http://dx.doi.org/10.26439/interfases2017.n10.1775>
  22. Breiman, L. Random Forests. *Machine Learning* 45, 5–32 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
  23. Cutler, A., Cutler, D. R., & Stevens, J. R. (2012). Random Forests. *Ensemble Machine Learning*, 157–175. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9326-7_5)

# Analysis of the impact of teacher motivation on the performance of higher education students

Jonathan G. Soto Muñoz<sup>1</sup>, Jesus A. Sandoval Bringas<sup>1</sup>, Monica A. Carreno Leon<sup>1</sup>, Israel Duran Encinas<sup>1</sup> and Arturo I. De Casso Verdugo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Academic Department of Computer Systems, Autonomous University of Baja California Sur, La Paz, BCS, 23080, Mexico

{jsoto, sandoval, mcarreno, iduran, decasso}@uabcs.mx

**Abstract.** This study focuses on identifying the factors that reduce teachers' motivation in order to suggest methods to improve the quality of teaching in higher education. Teachers' motivation is critical to students' academic performance and overall satisfaction. However, teachers often face obstacles that decrease their motivation, which has a negative impact on teaching and learning. The aim of this work is to understand these difficulties and suggest methods to increase teachers' motivation and reduce students' dropout and failure. The study was developed in three stages. In the first stage, surveys were conducted to determine the main variables that affect teachers' motivation and students' performance. In the second stage, surveys and questionnaires were created and used to collect the opinions of teachers and students. Finally, in the third stage, the data collected were analyzed to reach conclusions and suggestions. The findings indicated that work overload, lack of resources, and lack of institutional recognition are factors that contribute to low teacher motivation. In turn, there is a correlation between low motivation and increased student failure and dropout rates. The findings suggest methods to increase teacher motivation through institutional support, ongoing training, and improved work environment, which will have a positive impact on academic performance and reduce dropout rates.

**Keywords:** Teacher motivation, Academic performance, Failure rate, Higher education, Teaching performance, Motivational strategies, University education.

## 1 Introduction

Completing a university degree involves a great effort and results in the academic and personal development of the student. Education shapes students and provides them with key skills for their professional and personal lives [1]. Motivation plays a central role in this process, helping students set goals and assume responsibility for achieving them. Factors such as family relationships, economic situation and academic preparation of parents are determinants of educational success or failure [2].

Motivation significantly influences learning, and one of the main objectives of teachers is to foster this interest in their students. As defined from the teacher's perspective, motivation involves "predisposing the student to actively participate in classroom tasks" [3].

Academic performance is not the product of a single ability, but of multiple factors related to both the teacher and the student. Since students learn in different ways, the teacher must identify and implement strategies that improve their performance [4].

Factors that may influence student dropout include psychological, sociological, organizational, and the approach to social interactions between students and teachers. The latter is extremely relevant and is considered key to academic success.

Considering the above, the following objectives have been raised for this research:

- Measuring teacher motivation in higher education settings.
- Identify the variables that influence academic dropout rates among students in computer systems-related courses.
- Train teachers in motivational topics to improve their performance and increase students' interest and academic success.

Previous research has shown that motivated teachers not only improve the quality of education, but also create a positive learning environment that stimulates student interest and participation. However, teacher motivation is an aspect that is often overlooked in educational policies and in the professional training of educators.

This study analyses the factors that influence teacher motivation and its impact on student performance, in order to propose training programmes that benefit both teachers and students.

## **2 Literature review**

Education has changed, but it faces ongoing challenges related to student context and classroom dynamics [7].

The quality of teaching by teachers is directly related to student performance. In similar research, the student and factors associated with this (level of motivation, academic level and stress) are discussed as the main actor, focusing on the figure of the teacher [6].

Work motivation is related to personal and organizational factors. Due to the contextual nature of teacher motivation, it develops throughout classes, encouraging the desire to learn or carry out activities to attract students' attention [9].

Other studies suggest that motivating factors are associated with factors such as recognition, growth and job satisfaction, which are important for performance [11].

Teacher motivation has a high degree of subjectivity and prestige is an important factor for the teaching career, therefore this study will review to what extent external factors influence this aspect. Some authors divide intrinsic and extrinsic motivating factors [14]. In the same work, the authors try to identify the reasons of the respondents for choosing teaching as a professional activity. In the two rounds, the respondents showed a constant tendency in the importance of intrinsic and extrinsic factors.

The choice factor is important for the performance, efficiency, academic achievement and prestige of the educational institution, which is why teaching activities have high levels of demand, since they must guarantee the student the necessary skills for the labor market or possible additional training.

Another commitment of higher education institutions is to ensure that research contributes to improving the living conditions of the academic community and that the quality of education is a real guarantee of the transformation of the social context [14].

The review shows the complexity of education, highlighting the relationship between teacher motivation, student engagement and educational quality, and invites further research on the topic. This facilitates better adaptation, since social integration between students and teachers is considered crucial for academic success [19].

These elements are important because of their role as catalysts of commitment and satisfaction with the learning process, so their deficit can erode the student's interest and willingness to continue with their studies, leading to school dropout, which represents a challenge for education. The factors that cause it are divided into school and extracurricular [10]. These problems require attention to the causes to ensure academic training.

Motivation is also defined in two main types:

1. **Extrinsic motivation:** Outcome-based rather than learning-based. Often used in higher education institutions, it creates a more superficial approach in students [20].
2. **Intrinsic motivation:** It is based on the interest in the learning process. It achieves a high level of motivation in students, so that they develop habits to be more competent and achieve performance goals [20].

The same study also shows that 87.4% of students consider that both the preparation activities and the class dynamics have been very useful in familiarizing themselves with the new content. Finally, it is noted that all subjects (100%) indicate that their view of classroom dynamics has changed dramatically.

In summary, the literature review highlights the complexity and multifaceted nature of education, highlighting the interrelationship between teacher motivation, student engagement, and educational quality. Through an analysis of various theoretical perspectives and previous studies, a framework is established that not only highlights the importance of motivation in the teaching-learning process, but also invites future research to delve deeper into these links in order to develop more effective educational practices tailored to the needs of students.

### 3 Methodology

This research will take place in three stages, systematically addressing the different aspects of the study, ensuring that all relevant variables are covered and accurate and useful information is obtained.

1. **First Stage:** Research and Definition of Variables: In this phase, we seek to identify and define the variables necessary to capture information.
2. **Second Stage:** Design of Data Collection Tools: Here the tools, such as surveys and questionnaires, that will be used to obtain opinions, attitudes and behaviors of respondents are developed.
3. **Third Stage:** Data Analysis and Conclusions: In this last phase, the collected data is analyzed to draw conclusions and recommendations.

The stages of the investigation are outlined below.

### 3.1 Stage 1: Research and definition of the variables necessary for capturing information.

For this research, a quantitative, analytical and observational approach was established, allowing the collection and analysis of numerical data to identify patterns and relationships between variables. In order to analyze the data obtained, it will be necessary to define study variables; quantitative variables are those properties of the individual that are susceptible to measurement [15].

Self-determination theory examines the relationship between the motivational style of the teacher perceived by the student, his academic motivation and the types of commitment to his learning. To verify this, a study was applied in which the sample was developed in 851 higher level students, seeking to find a positive relationship between the teacher's support and the autonomous motivation of the student [12].

To measure teaching performance, factors presented in Table 3 will be used.

**Table 3.**Table with variables defined for the research.

Variable number	Definition of the variable	Variable type
1	Level of teacher motivation	Independent
2	Level of student motivation	Dependent
3	Class participation	Dependent
4	Teacher evaluation average	Dependent
5	Student passing rate	Dependent
6	Percentage of teacher absences	Independent
7	Percentage of student absences	Independent

To justify the selection of variables the following information is added:

- Level of teacher motivation: It is related to a greater effort in teaching work and being reflected in its results.
- Level of student motivation: It is related to greater effort and personal satisfaction in learning.
- Class participation: Reflects the student's interest in the subject.
- Teacher evaluation average: Provides a way to measure teacher performance.
- Student approval percentage: Allows you to know the average performance of the group and the teacher.
- Percentage of teacher absences: This is an indicator of commitment related to variable 1.
- Percentage of student absences: Allows you to identify the student's degree of commitment and interest in the subject.

### 3.2 Stage 2: Design of tools to obtain information.

Qualitative studies provide relevant information about people's motivations, thoughts and feelings, as well as providing information for the interpretation of the results [13]. On the other hand, quantitative studies are those in which traditional statistics are provided as evidence [17].

Based on data collection techniques, the aim is to obtain a vision of the elements that interact in the teaching process, identifying the relationship between different factors and establishing patterns that allow the problem to be characterised.

Collection tools include semi-structured interviews [21], observation of classroom behaviors [18], and surveys targeting teachers and students, designed to capture key attitudes and behaviors [5].

A survey will be conducted among teachers and students to obtain opinions, attitudes and behaviours of respondents. A global survey will be applied asking questions to obtain opinions, attitudes and behaviours of respondents using a structured questionnaire that will include closed questions about teacher motivation and students' perceptions of their learning. Surveys will be administered online and sent to participants via email, ensuring confidentiality of responses.

There are also exclusion criteria, which are defined as conditions or characteristics presented by the participants that can alter or modify the results [16]. For this research, the following were taken into account:

- Groups with a high approval rating
- Teachers with a high approval rate

Thus, the research population is more than 800 students and 67 teachers, divided into 9 semesters of the 3 available courses of the Department of Computer Systems of the Autonomous University of Baja California Sur.

The student sample will be composed of 100 students from the various DASC courses, randomly selected from the total student population. This sample size is considered adequate to ensure the representativeness and validity of the results.

### **3.3 Stage 3: Study and analysis of the information obtained.**

In the process of analyzing quantitative data, the information obtained is organized and manipulated to create relationships, interpret, extract meanings and conclusions.

Subsequently, perform the analysis using pattern identification programs in the data during the coding process so that they can be suggested as possible codes to the researcher.

This research will be supported by statistical data and interviews to measure teacher motivation in higher education environments, thus allowing a solution to school dropout in careers related to computer systems, ensuring that teachers are trained and advised on motivation issues.

The data obtained will be analyzed using statistical methods, such as SPSS, to perform descriptive and correlational analyses. The aim will be to identify significant relationships between teacher motivation and academic dropout.

## **4 Results**

A relationship between teacher and student will be sought, identifying the variables that influence academic desertion. Although it is not possible to take into account all the variables, since there are external elements that are difficult to identify and measure, it is possible to make an approximate calculation, which will be useful to establish a model that helps to increase the approval and graduation rate.

For this analysis, the variables that hypothetically could have a significant relationship were taken into account. In this case, the percentage of teacher absences (unjustified attendance) gives us a way of approximating the teacher's interest in teaching his classes and, in turn, being reflected in the failure rate.

The hypothesis is that teacher assistance is important in the student's perception of various factors, such as the importance of the subject, the level of effort required to pass the subject, as well as the impact of a smaller number of classes compared to the time allotted for the course.

It was observed that 50% of the respondents have less than 10% failure rate, and this group in turn has a similar percentage of teacher attendance. This allows us to understand that teacher absences may or may not be related to student failure. This may be due to a poor choice of the reagent range or to questions that do not adequately reflect the teacher's motivation and the student's perception.

In addition, institutional assessment scores were used as another indicator to measure teacher motivation, rather than focusing only on attendance.

It would be worth considering a linear relationship and taking this into account when analyzing what would happen to the teacher's rating, for example, in the attendance range of 50%-69%. The p-value of 0.414 indicates that there is no significant relationship between teacher attendance and failure.

The relationship between student attendance and classroom planning was also explored, considering how it is affected by teacher preparation.

For these data, a p-value of approximately 0.573 is obtained, so the null hypothesis is not rejected, although it does not indicate a statistically significant relationship.

There is also a relationship between the number of student participations and the number of courses taken by the teacher.

The frequency of student participation is used as an indicator of their commitment, and in turn, the number of courses taken by the teacher is used as an indicator of the teacher's experience, which could be related to the ability to generate interest, design effective activities, as well as generally indicate the teacher's experience in the classroom, as well as the usefulness of work experience in the development of this. On this last point, it is worth mentioning that all the teachers surveyed agreed that work experience has helped them in this regard.

For the data, a p-value of approximately 0.199 is obtained, which means that it is not possible to establish a statistically significant relationship, although the null hypothesis is not rejected either.

It can be observed that the majority of teachers (50%) have more than 4 courses, and in turn they present valid participations only sometimes, this could indicate that:

- The number of courses a teacher takes does not reflect experience and is therefore not valid for measuring participation.
- The teacher's experience is not reflected in participation.

Continuing with the analysis, with respect to the data obtained in relation to the students, the teacher's perception provides a way of analyzing the teacher's motivation, the effects of which are measured through his or her performance in class, reflected in aspects such as the use of ICT in the classroom or other strategies. In this sense, a cross-referencing of variables between these two is carried out, in order to find a relationship between them.

Analyzing participation in relation to the semester completed, it can be seen that the level of daily participation is higher in the evening groups, where, in comparison, they have 41% and 44%, respectively, which is significantly higher than in the morning groups, with 27% and 33%, respectively.

This trend is reversed when changing the range to weekly, where the participation changes, with a smaller difference. It is understood that the groups of the evening shift have approximately 35% and 31% participation, while the groups of the morning shift have a participation of approximately 42% and 44%, respectively.

Student engagement remains an important factor influencing student perception, although no significant change in engagement was observed over time.

Considering the increase in students' experience and knowledge, it would be normal to see an increase in the level of participation. However, there is no significant pattern between the semester and the level of participation. It should be noted that an increase was found in the daily participation of the evening groups, which could be related to several causes such as:

- Own research
- Interest in the topic
- Possible experience in the subject (e.g. work)

The data showed that most students (76%) study out of interest in the subject, while others point to the inadequacy of the explanation in class as a reason for studying on their own.

Interest in the subject is one of the most important aspects of the teaching-learning process, so it is vitally important to encourage it. This is because the type and nature of the resources that are personally allocated to the study of the subject will increase, having a positive effect on class performance, participation, and consequently on learning at a personal level, translating into better performance, reflected institutionally in a lower failure rate.

Among seventh-semester students, the perception of the importance of non-technical subjects is lower compared to technical subjects. If we remember that the test subjects are fully focused on courses in the systems department, it is to be expected that subjects of this type do not fall within what the students would classify as important for the development of their professional activity.

Although all teachers agreed that students were interested in the subjects, the student data does not fully reflect this opinion. According to the data obtained, many students do not consider all the subjects necessary for their profession. Many students consider technical subjects such as operating systems, computer security or advanced network programming to be important. However, other non-technical subjects, such as design and evaluation, received low ratings due to their importance in students' professional development.

This suggests that there may be a disconnect between teachers regarding academic priorities, which affects how they perceive the importance of certain subjects compared to their students.

## 5 Discussion

The results of this research reveal a significant relationship between teacher motivation and student academic performance, highlighting that teacher motivation is a reflection of student perception of their effort to learn. These findings are consistent because they coincide with other research that points to teaching quality as a crucial factor in student performance [8]. However, this research suggests that teacher motivation may be a key mediator in this relationship, acting as an indicator of teaching quality and contributing to student academic performance.

This research has limitations that should be considered. The sample size and lack of diversity among participants could have limited the representativeness of the results.

In some qualitative studies, the teacher is examined in depth as an agent of knowledge transformation, highlighting that teacher motivation is related to factors such as recognition of effort [14], improvement in quality of life and personal achievement based on an altruistic vision. These aspects are also reflected in the present research, where 100% of the teachers surveyed stated that they were actively committed to student learning, which suggests a high degree of professional commitment, despite the fact that 66.7% of the teachers surveyed taught more than four courses.

In general terms, this research lays the foundations for developing a model applicable to other university courses, where the factors that influence teacher motivation can be identified and addressed. The main findings are:

1. The main reasons why students study on their own is their interest in the subject.
2. There is a relationship between the percentage of teacher absences and the failure rate of students.
3. Student perception of the importance of a subject is related to the type of degree they study.
4. Social pressure is the second most influential factor in students studying on their own.

## 6 Conclusions

Derived from the results of this study of the analysis of the results of the surveys and the observation process, it can be generally concluded that many students are motivated to study and that in some cases they prefer to complement their study at home allowing them to improve their academic performance, this speaks well of some teachers, however, likewise, first semester students show a lack of interest in some subjects that they consider not very useful for their professional or functional development in their career, likewise the data thrown may show that some teachers are not committed to teaching quality subjects or content according to the students' perspective, this derived from the quality of the content or the class format.

Since teacher motivation has been identified as a critical factor, it is essential that educational institutions pay attention to this aspect and implement professional development programs that focus not only on pedagogy, but also on the emotional well-being of teachers.

Now, taking into account the objectives, the following conclusions were reached:

- **Impact of teacher motivation:** the results of this research indicate that teacher motivation is a crucial factor influencing students' academic performance. A motivated teacher improves the quality of teaching and stimulates student interest and participation.
- **Relationship between performance and motivation:** a positive relationship was observed between teacher motivation and student academic performance. This suggests that educational institutions should prioritize teacher training and professional development to foster a more effective learning environment.
- **Recommendations for practice:** it is recommended that institutions implement training programs that address teacher motivation, as well as strategies that promote a positive work environment.
- **Limitations and future research:** this study has limitations, such as the sample size and lack of diversity in the participants. It is suggested that future research expand the sample and explore other factors that may influence motivation and academic performance.
- **Call to action:** it is essential for educational institutions to recognize the importance of teacher motivation and take proactive steps to address it as this will not only benefit teachers but also improve student performance and retention.

For future work, a series of initiatives are planned that seek to deepen research on teacher motivation and its impact on student academic performance. Specific areas of focus that are considered essential to advance this line of research are detailed below:

- **Machine Learning Implementation:** it is proposed to explore the use of machine learning techniques to analyze patterns in student academic performance and teacher motivation. By implementing machine learning algorithms, it is expected to obtain valuable insights that facilitate informed decision making.
- **Improve the form:** it is essential to review and optimize the design of the form used for data collection in future research. A well-structured form will not only increase the response rate, but will also improve the quality of the data collected, which in turn will enrich the analysis and conclusions of the study.
- **Apply a more extensive analysis:** a more thorough analysis of the data collected is suggested, using advanced statistical methods and qualitative techniques. Extensive analysis can reveal complex relationships and nuances that are not captured in more superficial studies, providing a solid foundation for future educational interventions.
- **Train and advise teachers on motivation issues:** although this research had an objective, due to time constraints it was not possible to achieve this objective, but it is highlighted that it is essential to implement training programs that specifically address teacher motivation. By strengthening the motivation of educators, it is expected to generate a more positive and

productive learning environment, which in turn will foster students' interest and commitment to their education.

It is essential that the design of dynamics to encourage teacher motivation focuses on the personal fulfillment of the teacher with his or her work, the teacher's ability to generate interest in the subjects, and on the implementation of strategies to combat the social pressure that students face to study, transforming that pressure into a genuine interest in learning.

In conclusion, this research highlights the importance of teacher motivation as a key factor in student academic performance. By identifying and addressing the elements that influence educator motivation, effective strategies can be implemented that not only improve the quality of teaching but also foster a more dynamic and engaged learning environment. As we move towards future research, it is critical to continue exploring these dynamics to contribute to the development of more effective and enriching higher education.

## References

1. Ramos, M. (2014) Estudio sobre la motivación y su relación en el rendimiento académico. Recuperado el 28 de septiembre de 2022, de <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/3064/Trabajo.pdf?sequence=1>
2. Bueno, G. (2007). El estudiante universitario y su entorno familiar. Recuperado el 27 de enero de 2023, de <https://revistas.upr.edu/index.php/griot/article/view/1922>
3. Polanco, A. (2005). La motivación en los estudiantes universitarios. Recuperado el 27 de enero de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44750219>
4. Gómez, D., Oviedo, R. & Martínez, E. (2011). Factores que influyen en el rendimiento académico del estudiante universitario. Recuperado el 27 de enero de 2023, de <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/699>.
5. León, A. (2007). Qué es la educación. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-49102007000400003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-49102007000400003&script=sci_abstract&tlng=pt)
6. Perez, C. & Rojas, L. (2020). Diseño de un sistema para predecir la deserción de los alumnos mediante Machine learning en la Universidad Tecnológica del Perú. Recuperado el 01 de agosto de 2021, de <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3843>
7. Urbina, A., Camino, J. & Cruz, R. (2020). Deserción escolar universitaria: Patrones para prevenirla aplicando minería de datos educativa. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91664838013>
8. Tedesco, J. (2011). Los desafíos de la educación básica en el siglo XXI. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/24593>
9. Ariza, S. & Marín, D. (2009). Factores intervinientes en la deserción escolar de la Facultad de Psicología, Fundación Universitaria Los Libertadores. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=139013586006>
10. Franco, J., Vélez, F. & López H. (2018). La motivación docente y su repercusión en la calidad educativa: estudio de caso [versión electrónica]. *Revista de Pedagogía*. Vol. 39(105),151-172
11. Cáceres, C., Muñoz, C. & Valenzuela, J. (2021). Responsabilidad personal docente y motivación escolar. Recuperado el 31 de agosto de 2021, de <https://revistas.um.es/reifop/article/view/402761>

12. López, L., Beltrán, A. & Pérez, M. (2013). Deserción escolar en universitarios del centro universitario UAEM Temascaltepec, México: estudio de caso de la licenciatura de Psicología. Recuperado el 15 de diciembre de 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4704620>
13. Gallegos, Z. E. C., & López, J. D. F. (2018). Motivación laboral y desempeño docente en la Facultad de Educación de la UNA-Puno. *Revista de investigaciones*, 7(2), 592-597.
14. Ferreyra, A. (2017). Motivación académica: su relación con el estilo motivacional del docente y el compromiso del estudiante hacia el aprendizaje. Recuperado el 31 de agosto de 2021, de <https://www.proquest.com/openview/f02d1d95278b3eb77bda54467a035512/1?pqorigsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>
15. Campoy, T. & Gomes, E. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de [https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/97/o/T%C3%A9cnicas\\_e\\_instrumentos\\_cualitativos.Libro.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/97/o/T%C3%A9cnicas_e_instrumentos_cualitativos.Libro.pdf)
16. López, J. A. F. (2021). La motivación docente para obtener calidad educativa en instituciones de educación superior. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (64), 151-179.
17. Carballo, M. & Guelmes, E. (2016). Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Recuperado el 28 de septiembre de 2022, de <http://rus.ucf.edu.cu/>
18. Carrillo, A. (2015). Población y muestra. Recuperado el 30 de septiembre de 2022, de <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>
19. Grajales, T. (2015) Tipos de investigación. Recuperado el 27 de septiembre de 2022, de <https://cmascriptpublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
20. Coimbra, E. (2014). Recolección de datos los 10 pasos de la investigación. Recuperado el 30 de septiembre de 2022, de [http://www.formaciondocente.com.mx/06\\_RinconInvestigacion/02\\_Presentaciones/12%20Recoleccion%20de%20Datos.pdf](http://www.formaciondocente.com.mx/06_RinconInvestigacion/02_Presentaciones/12%20Recoleccion%20de%20Datos.pdf)
21. Novak, G. M., Patterson, E. T., Gavrín, A. D., & Christian, W. (1999). Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology.
22. López-Fuentes, R., & Sánchez-Hernández, P. (2016). Cambios en la motivación del alumnado durante su carrera universitaria. Estudio transversal. *Opción*, 32(9), 997-1006.
23. Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7), 162-167.

# **Aventuras digitales: Scratch programming for boys and girls from urban and rural schools in the municipality of La Paz**

Italia Estrada Cota<sup>1</sup>, A. Alejandro Leyva Carrillo<sup>2</sup>, Mónica A. Carreño León<sup>3</sup>, J. Andrés Sandoval Bringas<sup>4</sup>

Departamento Académico de Sistemas Computacionales, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., C.P.23080, México  
{iestrada<sup>1</sup>, aleyva<sup>2</sup>, mcarreno<sup>3</sup>, sandoval<sup>4</sup>}@uabcs.mx

**Abstract.** Today as authentic Universities, and committed to university social responsibility as transversal axes in their substantive functions, and in that sense help build community development in the region, through actions that aim to reduce the gap digital, and educational inclusion, as a University we have been working on projects. This paper presents results, as a first moment, of the implementation of a project called “Aventuras digitales” that aims to teach the basics of programming using the Scratch programming language; this project is being carried out for boys and girls in urban and rural schools in the municipality of La Paz. In this first moment, the results obtained are to see the introduction to boys and girls in programming, which shows the management, understanding and application of basic programming concepts, for this, with the support of Scratch and the teacher, they are developing logical thinking skills, creative problem solving, without forgetting the promotion of teamwork and collaboration, forging the development of future citizens who will enhance economic and social development in the municipality of La Paz.

**Keywords:** TIC, Programming, Gap digital, Educational inclusion.

## **1 Introducción**

En la era digital en la que se vive actualmente, la brecha digital se ha convertido en un tema de gran relevancia para muchos, y no es para menos. El tener discrepancias de oportunidades, con respecto a otros grupos sociales con el acceso y uso de las Tecnologías de Información de la Comunicación (TIC) marca considerablemente la disminución de oportunidades para las personas y los grupos sociales que la viven; esta disminución incluye restricciones económicas, falta de destrezas digitales, y un cúmulo de barreras sociales, por mencionar algunas. La brecha digital tiene graves consecuencias, como la exclusión social y económica, la desigualdad en el acceso a la información, las limitaciones en la educación y el empleo, y una brecha generacional en el uso y comprensión de la tecnología.

La concepción de brecha digital surgió en la década de 1990 por el Departamento de Comercio de Estados Unidos para describir la distribución desigual del acceso, el uso y las oportunidades que las TIC brindan a la sociedad y a las personas [1]. Tiempo

después se agrandaría para incluir múltiples aspectos de la apropiación de las tecnologías, incluyendo las capacidades digitales de las personas, los valores que se asocian a su uso y los factores políticos y económicos que quebrantan en su distribución, entre otros [2].

La presencia de la brecha digital en las instituciones educativas nivel básico dificulta los procesos de enseñanza-aprendizaje, como también el desarrollo académico de los niños y niñas. Además, no menos importante agrava la desigualdad, pues impide que ellos accedan a las posibilidades que ofrece.

Por otro lado, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se posiciona, y expresa que la inclusión educativa es una de las máximas de nuestro sistema educativo actual [3], además, reafirma la importancia de garantizar el acceso a tener oportunidades de aprendizaje de alta calidad para todos los niños y jóvenes, promoviendo la equidad y la inclusión en la educación [4]. Con base a lo anterior, la inclusión se relaciona con el acceso, la cooperación y los logros de todos los estudiantes, con especial énfasis en aquellos que están en riesgo de ser excluidos o marginados [5].

A su vez, la (UNESCO), en su tarea prioritaria de seguir educando debido a que es un derecho humano esencial y la base para consolidar la paz y el desarrollo sostenible; desarrollo un proyecto: Aprovechar las TIC para alcanzar las metas de Educación 2030, ha realizado diversas acciones y publicaciones, en las cuales se busca que las TIC en la educación sean el núcleo y que se conviertan en una herramienta relevante para la transformación de la educación [6][7]; es decir, se busca que a través del uso de las TIC se llegue a más personas para promover la enseñanza y el aprendizaje mostrando así ser una herramienta poderosa[8].

En el presente artículo se presentan, como primer momento, los resultados obtenidos de la implementación del proyecto denominado “Aventuras digitales” el cual está siendo llevado a las escuelas primarias, con el objetivo de enseñar las bases de la programación básica usando Scratch, para ser aplicado en niños y niñas de escuelas primarias de las comunidades rurales del municipio de La Paz, B.C.S. en México.

## **2 Contextualización**

En una sociedad cada vez más dependiente de la tecnología, la programación debería convertirse en uno de los pilares fundamentales de la educación, igual que las matemáticas o el lenguaje [9]. La programación es una disciplina que ha revolucionado la forma en que se interactúa con el mundo. En la era digital, la programación se ha convertido en una habilidad esencial, un lenguaje universal que impulsa la innovación, resuelve problemas complejos y conecta a personas de todo el mundo.

La programación no solo se trata de escribir líneas de código, sino que implica desarrollar habilidades cognitivas, y de resolución de problemas que son esenciales en el mundo actual, permitiendo a la programación no solo ser una herramienta poderosa para la resolución de problemas y automatización de tareas, sino que también estimulando la creatividad y el pensamiento lógico. Tanto a nivel personal como a nivel profesional, programar enseña a afrontar los problemas de manera lógica. Además, al empezar a programar las personas son capaces de asignar tareas basadas en resoluciones lógicas.

La programación ofrece una serie de beneficios significativos para niños y niñas, y toma relevancia para este proyecto denominado “Aventuras digitales”, en el cual ofrece habilidades y conocimientos que son valiosos en diversos aspectos de la vida, según [10][11][12] y que se enlistan a continuación:

1. Pensamiento lógico y resolución de problemas.
2. Creatividad.
3. Habilidades matemáticas.
4. Habilidades de resiliencia.
5. Alfabetización digital.
6. Colaboración y trabajo en equipo.
7. Preparación para el futuro.
8. Desarrollo de habilidades de pensamiento computacional.
9. Autonomía y autodisciplina.
10. Diversidad e inclusión.

El beneficio del aprendizaje de la programación llega también a niveles en edad temprana, la programación en niños y niñas les permite ejercitar otras capacidades que les servirán en diferentes ámbitos de su vida, mejorando el razonamiento lógico formal y potenciar la habilidad para la resolución de problemas, por indicar algunas.

En la actualidad, existen muchos lenguajes de programación, uno de ellos es: Scratch; este es un lenguaje gráfico de programación que hace fácil crear historias interactivas, animaciones, juegos, música y arte; este software tiene un entorno y un lenguaje de programación visual, basado en bloques, diseñado específicamente para niños y niñas con el objetivo de enseñar conceptos de programación a una edad temprana, y por lo tanto se puedan desarrollar habilidades creativas. En él se pueden crear historias, animaciones, música y juegos [13][14]. (Ver figura 1)

Su forma de construir código es muy similar a la forma de construir con Lego, ya que las formas de los bloques de programación sugieren de forma intuitiva como deben ir montados todos los bloques de programación.

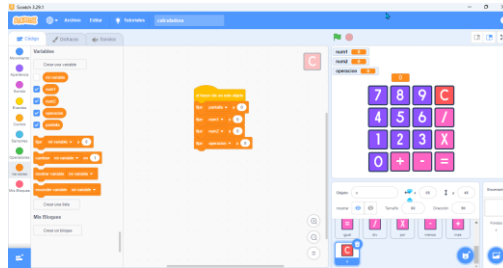


Fig. 1. Entorno SCRATCH. Imagen tomada de la red.

### 3 Metodología Empleada

El proyecto denominado “Aventuras digitales” es un proyecto en el cual participan docentes de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), específicamente del Departamento Académico de Sistemas Computacionales (DASC), este proyecto tiene como objetivo principal: Enseñar a los niños y niñas de educación básica en escuelas urbanas y rurales del municipio de La Paz las bases de programación usando el lenguaje de programación Scratch, el cual dentro de sus objetivos específicos están: a) Introducir a los niños y niñas en el mundo de la programación de manera divertida y accesible, b) Desarrollar habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y creatividad y c) Fomentar el trabajo en equipo y la colaboración. Este proyecto “Aventuras digitales” empezó en Agosto del 2023, sin embargo, en este periodo 2024-I, es donde se empiezan a visitar escuelas rurales, según cronograma. (Ver figura 2)

ACTIVIDADES	2023-II	2024-I	2024-II
Elaboración del programa de intervención del proyecto de investigación.	x		
Elaboración de materiales audiovisuales necesarios.	x		
Revisión de los materiales audiovisuales propuestos.	x		
<b>Escuela Rural:</b>			
Visita 1 al plantel (clase dirigida)		x	
Visita 2 al plantel (clase dirigida)		x	
Visita 3 al plantel (clase dirigida)		x	
Visita 4 al plantel (clase dirigida)		x	
Visita 5 al plantel (de evaluación)		x	
<b>Escuela Urbana</b>			
Visita 1 al plantel (clase dirigida)			x
Visita 2 al plantel (clase dirigida)			x
Visita 3 al plantel (clase dirigida)			x
Visita 4 al plantel (clase dirigida)			x
Visita 5 al plantel (de evaluación)			x

Fig. 2. Cronograma de actividades del proyecto “Aventuras digitales”. Elaboración propia.

Las metodologías que se verán involucradas durante la visita a cada escuela rural y urbana son:

1. Aprendizaje basado en proyectos: Los niños y niñas aprenderán mediante la creación de proyectos reales utilizando Scratch. Esta metodología les permite aplicar de manera práctica los conceptos aprendidos y desarrollar habilidades de resolución de problemas.

2. Aprendizaje colaborativo: se fomentará la colaboración entre los niños, promoviendo la interacción y el trabajo en equipo. Se realizarán actividades grupales y proyectos conjuntos para que los niños puedan aprender unos de otros y compartir sus conocimientos.

3. Enfoque lúdico y creativo: El objetivo es que los niños disfruten del proceso de aprendizaje. Se utilizarán ejercicios, desafíos y juegos de programación que estimulan la creatividad y les permitan experimentar de manera divertida con los conceptos de programación.

A su vez, se llevo computadoras con el lenguaje de programación Scratch, material lúdico, videos de clases interactivos grabado para las sesiones, proyector y se uso el pizarrón y plumones del plantel para la implementación del proyecto en escuelas, en este primer momento, escuelas rurales.

## 4 Resultados

Los resultados obtenidos, en este primer momento del proyecto “Aventuras digitales”, y solo aplicado en algunas escuelas rurales del municipio de La Paz, con niños y niñas, siendo las escuelas rurales: Escuela primaria “República de Argentina” de la comunidad de El Triunfo y la Escuela primaria “Enrique C. Rebsamen” de la comunidad de San Antonio; en ellas la UABCS a través del DASC, llevo todo el equipamiento necesario dentro de la escuela rural para un aula en la cual se pudiera empezar con la aplicación del proyecto. (Ver figuras 3, 4, 5,6)

Como se observa en las figuras 3,4,5 y 6, los niños y niñas de las escuelas rurales, se muestran atentos a la clase, a los videos y muy participativos al momento de la realización de actividades con el lenguaje de programación Scratch.

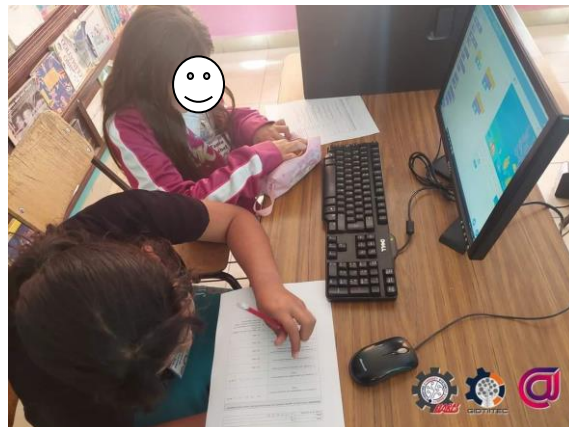
Los resultados obtenidos, permiten extraer algunas apreciaciones, que se listan a continuación:

1. Enseñar a programar con Scratch a niños y niñas en escuelas de comunidades rurales representa una oportunidad invaluable para el desarrollo tecnológico de la región.
2. Scratch, como herramienta de programación visual y accesible, ha permitido en los niños y las niñas comprender los conceptos básicos de programación, a desarrollar habilidades de resolución de problemas y de pensamiento lógico.

3. Las competencias adquiridas por los niños y niñas, son esenciales en el mundo actual, dominado por la tecnología. Al introducir a los niños y las niñas a la programación desde una edad temprana, se sientan las bases para futuros innovadores y expertos en el campo tecnológico, quienes podrán contribuir significativamente al avance social y tecnológico en sus comunidades rurales.



**Fig. 3.** Aula de implementación del proyecto “Aventuras digitales”. Elaboración propia.



**Fig. 4.** Niños y niñas interactuando con el lenguaje de programación Scratch. Elaboración propia.



**Fig. 5.** Niños y niñas visualizando un video de introducción a Scratch. Elaboración propia.



**Fig. 6.** Asesorando a niños y niñas con sus dudas de Scratch. Elaboración propia.

## 5 Conclusiones

El implementar proyectos como el denominado “Aventuras digitales” se destaca que la inclusión educativa en las escuelas rurales se verá fortalecida al incorporar la programación a través de Scratch en el currículo. Muchas veces, estas comunidades rurales no cuentan con los recursos ni oportunidades que las escuelas primarias en áreas urbanas sí. Sin embargo, mediante el uso de herramientas accesibles como el lenguaje de programación Scratch, se brinda a todos los niños y las niñas la posibilidad de aprender y explorar el mundo de la programación, independientemente de sus circunstancias socioeconómicas. Este enfoque inclusivo no solo enriquece la educación de los niños y niñas, sino que también promueve la igualdad de oportunidades y el desarrollo de talentos que, de otro modo, podrían pasar desapercibidos.

Finalmente, a través del proyecto “Aventuras digitales” en las escuelas rurales contribuye de manera significativa a la disminución de la brecha digital. En un mundo cada vez más digitalizado, es crucial que todos los niños y las niñas, sin importar su lugar de origen, tengan acceso a la educación tecnológica. Al aprender a programar, no solo se familiarizan con la tecnología, sino que también adquieren la confianza y las habilidades necesarias para navegar y prosperar en un entorno digital. Esto no solo mejora sus perspectivas futuras, sino que también fortalece a su comunidad rural en su conjunto, permitiendo un desarrollo más equitativo y sostenible.

## Referencias

1. Salinas, Á., & Sánchez, J. La superación de la brecha digital en las escuelas rurales de Chile. Nuevas Ideas en Informática Educativa, 157-164. <https://www.tise.cl/volumen5/TISE2009/Documento19.pdf>. Consultado abril 2024. (2009)
2. Lloyd, M. W. Desigualdades educativas y la brecha digital en tiempos de COVID-19. [http://132.248.192.241:8080/jspui/bitstream/IISUE\\_UNAM/546/1/LloydM\\_2020\\_Desigualdades\\_educativas.pdf](http://132.248.192.241:8080/jspui/bitstream/IISUE_UNAM/546/1/LloydM_2020_Desigualdades_educativas.pdf). Consultado abril 2024. (2020)
3. UNESCO. Informe de seguimiento de la educación en el mundo. UNESCO. ISBN: 978-92-3-300194-7. (2022)
4. UNESCO. Compromiso de Cali sobre Equidad e Inclusión en la Educación. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370910\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370910_spa). Consultado abril 2024. (2019)
5. López, O. M. Brecha digital educativa. Cuando el territorio es importante. Sociedad e Infancias, ISSN-e 2531-0720, No. 4, 267-270. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7517718> Consultado Abril 2024. (2020)
6. UNESCO: Aprovechar las TIC para alcanzar las metas de la Educación 2030. <http://es.unesco.org/themes/tic-educacion/weidong> . Consultado abril 2024.
7. UNESCO: Leveraging Information and Communication Technologies to Achieve the Post-2015 Education Goal. Francia: UNESCO. (2015)
8. A.Rosario Rodríguez, J.A. González Rivera, A. Cruz Santos y L.M. Rodríguez Rios. Demandas tecnológicas, académicas y psicológicas de estudiantes universitarios durante la pandemia por COVID-19. Revista Caribeña de Psicología, vol. 4, no 2, pp. 176-185. Doi 0.37226/rcp.v4i2.4915 (2020)
9. Saénz Campos, K. & Mendoza R.W. Introducción a la programación en educación infantil. <https://caoba.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/sistemas/article/view/191>. (2019)
10. Enríquez Ramírez, C., Raluy Herrero, M., & Vega Sosa, L. M. Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12(23) (2021).
11. Berciano-Alcaraz, A., Salgado-Somoza, M., & Jiménez-Gestal, C. Alfabetización computacional en educación infantil: Dificultades y beneficios en el aula de 3 años. Revista Electrónica Educare, 26(2), 270-290. (2022)
12. Tineo Tineo, M. Aprender a programar sin el uso de la computadora. Innovando la educación en tecnología. II Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas (2019)
13. Escribano, C. L., & Sánchez-Montoya, R. Scratch y necesidades educativas especiales: Programación para todos. Revista de educación a distancia (RED), (34). (2012)
14. Pérez-Tavera, I. H. Scratch en la educación. Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4, 7(13). (2019)
15. Meraz, C. C. B., & Cruz, A. S. L. SCRATCH: La programación como detonante del pensamiento matemático. Educando para educar, (41), 119-130. (2021)

# Diseño e Implementación de un Comedor Inclusivo en la Universidad Autónoma de Nayarit

Patricia Robles Rosales <sup>1</sup>[0000-0002-3000-2213], Nicolás Daniel Lora Ledón <sup>1</sup> [0000-0002-2660-4254], Livia Margarita Maldonado Duarte <sup>1</sup> [0009-0000-9920-6831] y Armando Ramírez Jiménez <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad Académica de Turismo y Gastronomía, Universidad Autónoma de Nayarit  
{patricia.robles, nicolas.lora, livia.maldonado, armando}@uan.edu.mx

**Resumen.** La presente investigación tiene como objetivo proponer la implementación de elementos de inclusión en el restaurante universitario de la UAN, con la finalidad de que la comunidad universitaria y el público en general tengan acceso a un entorno de igualdad de condiciones, independientemente de su origen socioeconómico, género, orientación sexual, capacidades diferentes (personas con discapacidad), entre otras características. Esta iniciativa promueve el sentido de pertenencia de una persona o grupo de manera que se sienta apoyada, respetada y valorada. En este sentido, la creación de espacios inclusivos es una forma de promover y fomentar la diversidad y la igualdad, facilitando la convivencia desde diversas perspectivas.

**Palabras clave:** Inclusión, implementar, espacio inclusivo, restaurante inclusivo

**Abstract.** The objective of this research is to propose the implementation of inclusive elements in the university restaurant of the UAN to ensure that the university community and the general public have access to an environment of equal conditions, regardless of their socioeconomic origin, gender, sexual orientation, different abilities (persons with disabilities), among others. This initiative promotes the sense of belonging of a person or group so that they feel supported, respected, and valued. In this sense, the creation of inclusive spaces is a way to promote and encourage diversity and equality by facilitating coexistence from diverse perspectives.

**Keywords:** Inclusion, implement, inclusive space, inclusive restaurant

## **1 Introducción**

La idea de un comedor inclusivo en la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) surge de la necesidad de proporcionar un espacio donde todos los miembros de la comunidad universitaria se sientan valorados y respetados, independientemente de sus capacidades, origen socioeconómico, género u orientación sexual. En un mundo donde la diversidad es cada vez más reconocida como una fuente de riqueza y fortaleza, la UAN se propone ser líder en la promoción de la inclusión y la igualdad. Además, la reciente incorporación de la UAN a la red CONTIE (Congreso Nacional de Tecnologías para la Inclusión Educativa) en 2023, así como la participación en el evento titulado "Innovación y Tecnologías para la Inclusión Educativa" realizado en Puerto Vallarta del 25 al 28 de octubre de 2023, impulsaron aún más esta iniciativa. Durante el evento, se discutió ampliamente la importancia de crear espacios inclusivos dentro de las instituciones educativas, lo que motivó la implementación de este proyecto en la UAN.

## **2 Antecedentes**

El proyecto de un comedor universitario inclusivo comenzó a tomar forma cuando se identificó la falta de instalaciones adecuadas para atender a estudiantes y personal con discapacidades. Esta necesidad se vio reforzada por las estadísticas que indican que en México hay más de 6 millones de personas con algún tipo de discapacidad, representando aproximadamente el 5% de la población nacional (INEGI, 2020). La creación de un espacio inclusivo no solo busca cumplir con la legislación vigente, sino también mejorar la calidad de vida de todos los usuarios del comedor.

El proyecto del comedor universitario inclusivo forma parte de un esfuerzo general de la universidad por mejorar sus instalaciones, tanto académicas como comunes, utilizando financiamiento de diversas fuentes internas y externas. Entre los proyectos relacionados, se destaca la adecuación de instalaciones que fomentan la inclusión de estudiantes y personal, como un lactario. Además, se está construyendo un nuevo comedor de prácticas multidisciplinarias, el cual abarca una considerable superficie repartida en dos niveles.

El diseño incluye una planta baja con múltiples áreas de servicio de alimentos, con capacidad para cientos de comensales, y una planta superior que alberga más zonas de venta, áreas administrativas y espacios más privados para reuniones o eventos. Asimismo, se ha proyectado una terraza y servicios accesibles para todos los usuarios. Este espacio no solo ofrecerá opciones de alimentación, sino que también funcionará como una plataforma para que los estudiantes realicen prácticas profesionales. Además, se contempla la inclusión de locales comerciales que promuevan la integración de empresas interesadas en la inclusión.

El financiamiento para este proyecto, proveniente de aportaciones múltiples, permitirá a la universidad reducir costos al involucrar a los estudiantes en actividades que antes se gestionaban externamente. Dado el avance significativo de la obra, que está a más de la mitad de su construcción, aún existe la oportunidad de realizar ajustes importantes que garanticen la plena accesibilidad del espacio. Entre las mejoras que se plantean están la instalación de rampas, baños adaptados y tecnología que facilite la inclusión de todos los usuarios, asegurando así el cumplimiento de estándares de

accesibilidad desde su apertura y contribuyendo a los objetivos de inclusión de la universidad (UAN, 2024).

### **3 Problemática**

En México, el marco legal sobre Derechos Humanos y de las personas con discapacidad se sustenta principalmente en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Este marco legal busca garantizar la inclusión, integración y el respeto de los derechos de las personas con discapacidad, proporcionando ambientes de igualdad, seguridad y autonomía para todos los ciudadanos. La Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad establece las bases para que las personas con discapacidad puedan ejercer plenamente sus derechos y libertades fundamentales. Asimismo, la Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación prohíbe cualquier tipo de discriminación que impida o anule el reconocimiento, goce o ejercicio de los derechos y libertades de las personas con discapacidad (Cámara de Diputados, 2020).

La propuesta para el restaurante universitario es implementar adaptaciones o elementos especialmente diseñados para todas aquellas personas que tienen una condición física o no, como rampas y accesos. Se propone la instalación de rampas con barandales en todas las entradas y salidas, así como puertas automáticas anchas que permitan el paso de sillas de ruedas. Además, se contempla la adecuación de baños adaptados con barandas de apoyo y espacio suficiente para maniobrar una silla de ruedas, junto con lavamanos y dispensadores de jabón y toallas a una altura accesible. Otro aspecto clave es la señalización y comunicación. Se sugiere la implementación de señalización en braille para personas con discapacidad visual, pictogramas y señalética visual clara para orientar a personas con discapacidad cognitiva, y la instalación de sistemas de comunicación alternativos, como tableros de comunicación para personas con dificultades de habla. En cuanto al mobiliario inclusivo, se plantea la adquisición de mesas y sillas accesibles para personas en sillas de ruedas, y áreas de comedor con espacio suficiente para la movilidad de todos los usuarios.

Además, se proponen tecnologías inclusivas como menús digitales accesibles a través de códigos QR que pueden ser leídos y escuchados en dispositivos móviles, así como menús en formato braille y con letras ampliadas para personas con discapacidad visual. También se sugiere la implementación de una app para realizar pedidos que sea accesible para personas con discapacidad visual y auditiva, y un sistema de pedidos en lenguaje de señas para personas con discapacidad auditiva. La capacitación y sensibilización del personal es esencial para el éxito de esta iniciativa. Se recomienda ofrecer talleres y cursos obligatorios sobre inclusión, diversidad y trato respetuoso para todo el personal del comedor, así como capacitación en lenguaje de señas y técnicas de comunicación con personas con diferentes tipos de discapacidad. Asimismo, se debe implementar programas de sensibilización continua para asegurar que el personal mantenga una actitud inclusiva y respetuosa.

Ejemplos de Restaurantes Inclusivos en Instituciones Universitarias a Nivel Mundial: University of Cambridge, Reino Unido: Desde 2010, ha implementado políticas de inclusión en todos sus servicios, incluyendo los comedores universitarios. Sus fortalezas incluyen menús en braille, rampas de acceso y formación continua del

personal en inclusión y diversidad. Sin embargo, necesitan incrementar la oferta de menús para dietas específicas y mejorar la señalización para personas con discapacidad cognitiva.

Harvard University, Estados Unidos: Desde 2015, Harvard ha trabajado en la inclusión de personas con discapacidad en sus comedores, con accesibilidad total, menús digitales y capacitación en lenguaje de señas. Aunque han tenido éxito en la implementación de tecnologías inclusivas, aún enfrentan desafíos en la integración de la comunidad universitaria en las iniciativas inclusivas y requieren desarrollar programas específicos para la sensibilización.

University of Toronto, Canadá: Fundada en 1827, ha avanzado en inclusión en servicios alimenticios desde 2012, con una oferta amplia de menús inclusivos, accesibilidad para sillas de ruedas y formación en diversidad. Sin embargo, carecen de suficiente tecnología para personas con discapacidades auditivas y necesitan mejorar la tecnología de pedidos inclusivos.

Pontificia Universidad Católica de Chile: Desde 2014, ha implementado políticas de inclusión en comedores universitarios con menús en braille y pictogramas. No obstante, enfrentan la necesidad de más presupuesto para mantener y actualizar las instalaciones inclusivas, además de mejorar las opciones de menús digitales y capacitar al personal.

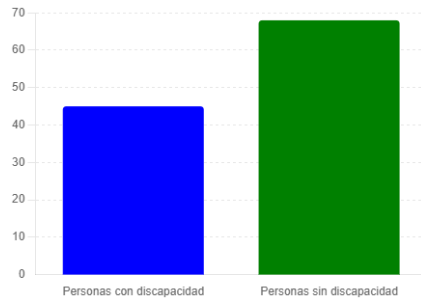
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): La UNAM ha implementado políticas de inclusión en sus comedores desde 2013, con accesibilidad en todas sus instalaciones y menús en braille. Aunque reconocida como una de las universidades más inclusivas, tienen dificultades para integrar a todos los estudiantes debido al volumen de usuarios y la necesidad de más aplicaciones inclusivas.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM): Desde 2015, ITESM ha incluido menús en braille, accesos inclusivos y ha mejorado la satisfacción estudiantil. Sin embargo, aún necesitan mejorar la señalización para personas con discapacidades cognitivas y coordinar mejor sus políticas inclusivas.

Universidad Autónoma de Nayarit (UAN): Desde 2019, la UAN ha implementado políticas de inclusión en comedores universitarios, con accesibilidad básica y formación inicial del personal. A pesar del avance, enfrentan limitaciones presupuestales para mantener las instalaciones inclusivas y mejorar menús, señalización y accesibilidad tecnológica.

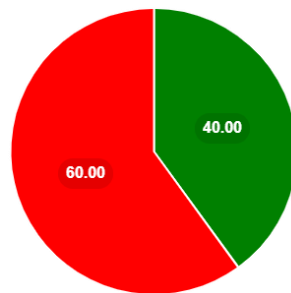
Según el INEGI, en México el 16.5% de la población con discapacidad se encuentra en edad escolar, lo que resalta la necesidad de contar con instalaciones inclusivas en las instituciones educativas. Solo el 30% de las instituciones educativas en México cuentan con infraestructura adecuada para personas con discapacidad y el 40% de las personas con discapacidad en edad escolar no asisten a la escuela debido a la falta de infraestructura y apoyo adecuado (INEGI, 2020).

La tasa de empleo entre las personas con discapacidad es significativamente menor que la de las personas sin discapacidad. Según la OIT, solo el 45% de las personas con discapacidad en edad laboral tienen empleo, en comparación con el 68% de las personas sin discapacidad (OIT, 2021).



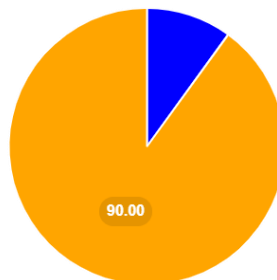
**Figura 1.** Tasa de empleo entre personas con discapacidad y sin discapacidad, 2021.

Además, un estudio de la OMS indicó que el 60% de las personas con discapacidad enfrentan dificultades para acceder al transporte público, lo que afecta su capacidad para asistir a la escuela o al trabajo (OMS, 2020).



**Figura 2.** Accesibilidad en el transporte público para personas con discapacidad, 2020.

Según un informe de UNICEF, solo el 10% de las personas con discapacidad en los países en desarrollo tienen acceso a tecnologías de asistencia que podrían mejorar su calidad de vida (UNICEF, 2019).



**Figura 3.** Acceso a tecnologías de asistencia en países en desarrollo, 2019.

## 4 Metodología

El presente proyecto sigue un diseño metodológico mixto, combinando tanto técnicas cuantitativas como cualitativas para obtener una visión integral de las barreras de accesibilidad y diseñar soluciones inclusivas para el comedor universitario. Según Sampieri et al. (2014), el uso de métodos mixtos permite complementar los datos estadísticos con la comprensión profunda de las experiencias de los usuarios, lo que enriquece la toma de decisiones.

### 4.1 Fases del proyecto

Diagnóstico inicial:

1. **Encuestas Cuantitativas:** Se aplicarán encuestas estructuradas a una muestra representativa de la comunidad universitaria para identificar las principales barreras de acceso en el comedor. Estas encuestas recopilarán datos demográficos, barreras físicas percibidas y necesidades de los usuarios con discapacidades.
2. **Entrevistas Cualitativas:** De manera complementaria, se llevarán a cabo entrevistas semiestructuradas a estudiantes y personal con discapacidades. Esto permitirá profundizar en sus experiencias y obtener un panorama más claro de las dificultades que enfrentan al utilizar los servicios del comedor (Creswell, 2015).
3. **Observación Directa:** Se realizarán observaciones en el espacio del comedor para identificar barreras físicas y de movilidad que podrían no ser detectadas a través de encuestas o entrevistas.
4. **Planificación y Diseño del Plan de Acción:** A partir de los resultados del diagnóstico, se elaborará un plan de acción que contemple la adaptación física del espacio, como la instalación de rampas, baños adaptados y señalética accesible en braille y pictogramas. Asimismo, se diseñarán menús inclusivos que cubran diferentes necesidades alimentarias, además de la capacitación del personal para asegurar un trato respetuoso e inclusivo (Sampieri et al., 2014).
5. **Implementación:** Se llevarán a cabo las obras de infraestructura para hacer el comedor más accesible, así como la capacitación del personal. Esta formación incluirá temas de inclusión, lenguaje de señas y comunicación efectiva con personas con discapacidades. Las campañas de sensibilización también serán parte fundamental de esta fase, promoviendo el uso inclusivo de los espacios entre la comunidad universitaria (Creswell, 2015).
6. **Evaluación y Mejora Continua:** Una vez implementadas las mejoras, se realizará una evaluación del impacto a través de encuestas de satisfacción y entrevistas de seguimiento. Los comentarios y el feedback permitirán realizar ajustes y asegurar la mejora continua del comedor (Sampieri et al., 2014; Creswell, 2015).

El enfoque mixto es fundamental en este proyecto porque permite capturar tanto los aspectos cuantificables (barreras físicas, necesidades de accesibilidad) como las

experiencias individuales de los usuarios. Tal como explican Creswell (2015) y Sampieri et al. (2014), el uso combinado de datos cuantitativos y cualitativos ofrece una mayor comprensión y una base sólida para la toma de decisiones informadas. (Referencias: Sampieri et al., 2014; Creswell, 2015; Cámara de Diputados, 2020).

## 5 Resultados

El proyecto del comedor inclusivo en la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN) busca generar un impacto significativo no solo en términos de accesibilidad, sino también en la calidad de vida de la comunidad universitaria. Para alcanzar estos objetivos, se han propuesto diversas acciones estratégicas que aseguren la inclusión efectiva de todos los miembros de la universidad.

El primer paso consiste en llevar a cabo una evaluación inicial para diagnosticar el estado actual del comedor universitario, identificando las áreas que requieren mejoras en términos de accesibilidad. Este diagnóstico permitirá establecer un plan de acción basado en las necesidades reales de los usuarios.

A continuación, se desarrollará una planificación detallada que incluirá adaptaciones físicas necesarias, como la construcción de rampas, baños adaptados y señalización accesible, además de la implementación de menús inclusivos que contemplen diferentes necesidades alimentarias. Estas mejoras permitirán que todas las personas, independientemente de sus condiciones, puedan hacer uso del comedor con comodidad.

La capacitación del personal también será un aspecto fundamental del proyecto. Se ofrecerán talleres y cursos obligatorios que abordarán temas de inclusión, trato respetuoso y diversidad. El personal también recibirá formación en el uso del lenguaje de señas y en técnicas de comunicación adaptadas a personas con diferentes tipos de discapacidades. Este esfuerzo garantizará que todos los usuarios reciban un servicio adecuado y respetuoso.

En cuanto a las modificaciones físicas, se incluirán mejoras en la infraestructura, como la instalación de rampas y baños accesibles, además de la incorporación de señalización en braille y pictogramas para orientar a personas con discapacidades visuales y cognitivas. Asimismo, se implementarán sistemas de comunicación alternativos para personas con dificultades en el habla, mejorando así la accesibilidad general del comedor.

Para fomentar el uso de las nuevas adaptaciones, se llevarán a cabo campañas de comunicación y sensibilización dentro de la comunidad universitaria, con el fin de informar a los estudiantes y al personal sobre las mejoras realizadas y promover una cultura de inclusión y respeto.

Finalmente, se establecerá un sistema de evaluación y mejora continua. A través de un monitoreo regular del uso de las adaptaciones y la recopilación de opiniones de los usuarios, se podrán realizar ajustes y mejoras constantes, asegurando que el comedor mantenga su carácter inclusivo y siga respondiendo a las necesidades de la comunidad universitaria.

Estos esfuerzos generarán una serie de beneficios esperados para la universidad: Mejora en el rendimiento académico: Los estudiantes que cuenten con servicios de alimentación inclusivos y saludables verán una mejora en su concentración y desempeño académico. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha demostrado

que una buena alimentación puede incrementar el rendimiento hasta en un 20% (OMS, 2021).

**Incremento en la satisfacción y retención estudiantil:** Un estudio del National Center for Education Statistics (NCES) (2019) reveló que el 85% de los estudiantes con discapacidades reportan una mayor satisfacción y sentido de pertenencia cuando las instalaciones universitarias son inclusivas. Esto fomentará un mayor compromiso y permanencia de los estudiantes en la UAN.

**Impacto positivo en la salud mental:** La American Psychological Association (APA) indica que los entornos inclusivos contribuyen a la reducción del estrés y la ansiedad entre los estudiantes, mejorando así su bienestar mental (APA, 2020).

**Cumplimiento normativo y responsabilidad social:** Cumplir con las normativas legales de inclusión no solo evitará posibles sanciones, sino que posicionará a la UAN como una institución socialmente responsable y comprometida con la inclusión. Esto fortalecerá su imagen como una universidad comprometida con el bienestar de todos sus estudiantes (Cámara de Diputados, 2020).

## 6 Conclusiones

La creación del comedor inclusivo en la Universidad Autónoma de Nayarit no solo responde a una necesidad de accesibilidad, sino que también es una oportunidad para fortalecer la equidad dentro de la comunidad universitaria. Este proyecto tiene el potencial de transformar no solo las instalaciones físicas de la universidad, sino también la manera en que la inclusión es percibida y promovida en el entorno educativo.

El éxito del comedor inclusivo no se limitará a cumplir con los requisitos legales. Al contrario, representará un paso importante hacia la creación de un entorno donde todas las personas, independientemente de sus capacidades, puedan disfrutar de igualdad de oportunidades para participar plenamente en la vida académica, social y cultural de la universidad.

El compromiso con la creación de espacios inclusivos no es un esfuerzo aislado; implica la participación activa y constante de todos los actores involucrados—desde el gobierno y las empresas, hasta las organizaciones y las comunidades educativas. Solo así será posible construir una sociedad más justa, equitativa y diversa, donde la inclusión sea un pilar fundamental para el crecimiento y la innovación social.

## Referencias

1. Cámara de Diputados. (2020). Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad. Disponible en <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGIPD.pdf>. Consultado el 5 de junio de 2024.
2. Creswell, J. W. (2015). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Disponible en <https://www.inegi.org.mx>.
4. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). La importancia de una buena alimentación para el rendimiento académico. OMS. Disponible en <https://www.who.int>.

5. Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill.
6. UNICEF. (2019). Acceso a tecnologías de asistencia en países en desarrollo. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Disponible en <https://www.unicef.org>.

# Elementos a Considerar en el Desarrollo de un Videojuego Serio para el Aprendizaje de las Matemáticas

Velázquez Amador Cesar Eduardo<sup>1</sup>, Castañeda García Alejandro<sup>1</sup>, Muñoz Arteaga Jaime<sup>1</sup>, Álvarez Rodríguez Francisco Javier<sup>2</sup>, Cardona Salas Juan Pedro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes AGS  
20131, México

{eduardo.velazquez, A1148506, jaimemunoz }@edu.uaa.mx

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes AGS  
20100, Aguascalientes, México

francisco.alvarez@edu.uaa.mx, jpcardon@correo.uaa.mx

**Resumen:** En este trabajo se realizó una revisión de literatura de los artículos relacionados con los videojuegos serios y el aprendizaje de las matemáticas, esto con el objetivo de identificar cuáles son los elementos más representativos para tomar en cuenta en el desarrollo de un videojuego serio para la enseñanza de las matemáticas. Para ello se realizaron búsquedas en las bases de datos de ERIC, EBSCO, ELSEVIER, Google Académico y ResearchGate utilizando los siguientes términos clave: (seriousgames OR educationalgames) AND (Mathematics) y se seleccionaron un total de 15 artículos relacionados con los videojuegos serios y el aprendizaje de las matemáticas, de los cuales se recopilaron los elementos comunes que constituyen a los videojuegos serios encontrados en los artículos. Posteriormente, se realizó un cuadro comparativo para representar la repetición de los elementos comunes de los artículos seleccionados y los elementos se categorizaron en diferentes tablas según su nivel de frecuencia, dando como resultado que los elementos de Personajes, Retos, Reglas, Niveles de dificultad y Retroalimentación fueron los que tuvieron una alta frecuencia en los estudios analizados. Haber identificado de esta manera los elementos nos sirve como una guía para tenerlos en consideración e incluirlos en el desarrollo de un videojuego serio para el aprendizaje de las matemáticas. Estos resultados serán de apoyo para una futura investigación la cual tiene como objetivo el desarrollar el prototipo de un videojuego serio para la enseñanza de las matemáticas orientado a personas con discapacidad visual.

**Palabras clave:** Videojuego serio, Aprendizaje, Matemáticas

## 1 Introducción

En la presente investigación se busca identificar cuáles son los elementos comunes en los videojuegos serios orientados al aprendizaje de las matemáticas. Esto con el objetivo de servir como guía al momento de desarrollar un videojuego serio que

resuelva la problemática que se está teniendo en la educación básica en el área de las matemáticas, con el fin de que se obtengan mejores resultados en esta área.

### **1.1 Los videojuegos serios.**

El término “videojuego serio” se empieza a utilizar por los años 70, en la publicación [1] de Abt, para referirse a los juegos que tienen un propósito más allá que el de la diversión, sino que tienen un propósito educativo explícito y cuidadosamente planeado. En esos tiempos se utilizó el termino refiriéndose a los juegos de mesa y de cartas, aunque la definición propuesta se puede trasladar fácilmente a la era digital.

Zyda define a los videojuegos serios como: una prueba mental, jugada a través de una computadora en concordancia con reglas específicas, que utiliza el entretenimiento para promover la capacitación corporativa o de gobierno, educacional, en salud, en política pública y en objetivos de comunicación estratégicos[2].

### **1.2 Uso de videojuegos serios en el aprendizaje**

Las dificultades de aprendizaje pueden relacionarse con diferentes aspectos, entre los cuales se pueden mencionar la metodología de enseñanza usada por los profesores y la falta de recursos concretos o tecnologías que satisfagan las necesidades de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes [3], por lo que es importante utilizar tecnologías que brinden acceso a la información y promuevan el aprendizaje centrado en las necesidades de cada estudiante para poder solventar estas dificultades.

El objetivo principal de utilizar los videojuegos serios en la educación es la de añadir los elementos traídos de los videojuegos tradicionales para integrarlos en las actividades cognitivas y de esta forma aumentar el interés y compromiso, con la intención de mejorar el desempeño en las actividades cognitivas.[4]. Los videojuegos serios se han vuelto una opción popular para la enseñanza y el aprendizaje, ya que permite a los educadores modelar virtualmente tareas del mundo real en donde los estudiantes pueden interactuar, lo cual da a los estudiantes la sensación de estar de estar aprendiendo mientras juegan[5]. Además, el uso de los videojuegos serios puede alentar a que los estudiantes a tomar riesgos y probar diferentes maneras de aprendizaje y pensamiento, con consecuencias mínimas en caso de error[6].

### **1.3 Dificultades del aprendizaje de las matemáticas**

El proceso de enseñanza/aprendizaje de las matemáticas puede verse afectado por diversos factores como la poca vinculación del contenido con la realidad, poca integración de las matemáticas en otras materias del plan de estudios y vinculación de las matemáticas a realidades ajenas al estudiante[7].

En la enseñanza matemática tradicional se ha puesto un énfasis en el trabajo de clase con ejercicios rutinarios a los cuales los estudiantes dan una solución mecánica, sin dar oportunidad a que el alumno reflexione sobre estos procesos, lo cual ha generado una separación entre los conceptos teóricos y su aplicabilidad [8], por lo que el alumno pierde el interés al pensar que las matemáticas son sólo formulas a memorizar.

Según un estudio realizado a estudiantes de nivel primaria [9] , las dificultades que se dieron en la resolución de problemas aritméticos tuvieron que ver principalmente por la falta de comprensión del problema planteado y la elección de las operaciones que conlleva la resolución del problema.

## **2 Metodología empleada**

En la investigación se buscaron publicaciones que presentaran casos exitosos de videojuegos serios para el área de matemáticas, para identificar los elementos comunes que han sido probados por los usuarios finales y que han tenido resultados positivos en la enseñanza de las matemáticas.

De los elementos comunes resultantes, se buscó facilitar el análisis mediante un cuadro comparativo para visualizar la frecuencia con la que se presentan estos elementos comunes y de esta manera seleccionar los elementos que tengan una mayor representación en los estudios analizados. Tener una comprensión sólida de cuáles son los elementos más esenciales de los videojuegos serios puede facilitar el proceso de desarrollo y darle más consistencia al resultado final.

Para la elaboración de esta revisión de literatura se utilizaron los motores de búsqueda de ERIC, EBSCO, ELSEVIER, Google Académico y ResearchGate utilizando los siguientes términos: (seriousgames OR educationalgames) AND (Mathematics).

### **2.1 Criterios de inclusión para la búsqueda de artículos**

Se seleccionaron aquellos estudios en donde se mencionarán los elementos que constituyen al videojuego serio, en donde el videojuego serio haya sido probado por los usuarios finales, que hayan tenido resultados positivos para el propósito con el que fueron diseñados y que se hayan publicado entre los años 2013 – 2024.

### **2.2 Criterios de exclusión para la búsqueda de artículos**

Aquellos artículos que estén en un lenguaje diferente al español o el inglés.

### **2.3 Análisis de las publicaciones encontradas**

Se recolectaron los elementos de los videojuegos serios encontrados por cada uno de los artículos seleccionados en la Tabla 1. Las columnas que se manejaron son:

- Id: Este es un identificador que se le dio a la publicación para poder representarla mejor en el cuadro comparativo.
- Publicación: Este es el nombre de la publicación seleccionada junto con la respectiva cita.
- Resumen: Es un breve resumen acerca del videojuego serio y su objetivo.

- Elementos encontrados: Son las características que contiene el videojuego serio en base a lo que se indica en la publicación.



Id	Publicación	Resumen	Elementos encontrados
1a	JeuTICE: An Arabic Serious Game to Enhance Mathematics Skills of Young Children[10]	Se trata de una serie de 3 minijuegos que abarcan los temas de números, superficies y medidas.	Retos, reglas, personajes, escenarios, sistema de score, niveles de dificultad, sistema de recompensas, minijuegos, retroalimentación.
2a	An Augmented Reality Mathematics Serious Game[11]	El videojuego serio, utilizando la realidad aumentada, permite la visualización, manipulación y exploración de funciones matemáticas.	Escenarios, retos, reglas, retroalimentación.
3a	Serious games for higher education mathematics: quest for wisdom -the horn of odin[12]	El videojuego serio tiene como objetivo enseñar relaciones matemáticas usando una historia ambientada en la mitología nórdica.	Minijuegos, historia, personajes, escenarios, mapa, pistas, retos, reglas, retroalimentación.
4a	Serious Games in High School Mathematics Lessons: An Embedded Case Study in Europe [13]	El videojuego serio tiene como mecánica principal el competir contra otro jugador en un combate de magia utilizando hechizos que se conjuran resolviendo ecuaciones lineales.	Niveles de dificultad, escenarios, personajes, modos de juego (multijugador online, solitario, práctica), retos, reglas, sistema de score, retroalimentación.
5a	El rol del juego digital en el aprendizaje de las matemáticas: experiencia conjunta en escuelas de básica primaria en Colombia y Brasil [14]	El videojuego serio con temática de un mundial de fútbol tiene como objetivo enseñar la suma y resta de fracciones.	Modos de juego, minijuegos, inventario, retos, reglas, escenario, personajes, sistemas de recompensas, retroalimentación.
6a	La Alfabetización Cuantitativa en estudiantes de Tercer Grado de Primaria a través de un Juego Serio[15]	Se presenta un videojuego serio para facilitar el desarrollo de habilidades para trabajar con números naturales, comprender las relaciones entre ellos y resolver operaciones matemáticas.	Niveles de dificultad, minijuegos (comparación, sumas, restas, multiplicación y división), retos, reglas (límite de intentos), retroalimentación (colores y sonido dependiendo de la respuesta)
7a	El videojuego “El Misterio de la Pirámide”, una propuesta interactiva para el aprendizaje de las matemáticas[16]	El videojuego serio tuvo como objetivo principal fortalecer el pensamiento geométrico y espacial.	Historia, personajes, escenarios, retos, reglas, mapa, sistema de recompensas, pistas.
8a	Sixth-Grade Students' Experiences of a Digital	El videojuego serio trata de que el usuario descubra	Niveles de dificultad, retos, reglas, escenarios,

	Game-Based Learning Environment: A Didactic Analysis [17]	secuencias numéricas y patrones para que pueda ganar en los múltiples niveles.	sistema de score, historia, retroalimentación.
9a	Getting From Here to There!: Testing the Effectiveness of an Interactive Mathematics Intervention Embedding Perceptual Learning[18]	Videojuego serio que tiene como objetivo introducir a los estudiantes conceptos matemáticos a través de la resolución de puzzles.	Sistema de recompensas, niveles de dificultad, sistema de score, pistas, retos, reglas, retroalimentación.
10a	Short Serious Games Creation under the Paradigm of Software Process and Competencies as Software Requirements. Case Study: Elementary MathCompetencies[19]	Se trata de una colección de videojuegos serios cortos que tienen el propósito de enseñar las competencias matemáticas para los estudiantes de sexto grado de primaria en México.	Niveles de dificultad, pistas, sistema de recompensas (personalización del avatar, diplomas virtuales), sistema de score, retos, reglas, personajes, escenarios, retroalimentación.
11a	Design Principles for Serious Games in Mathematics[20]	Se diseñó un videojuego serio que enseña la suma y resta de números con signo.	Escenarios, personajes, historia, sistema de recompensas, retos, reglas, niveles de dificultad, retroalimentación
12a	Effects of a Progressive Prompting-based Educational Game on Second Graders' Mathematics Learning Performance and Behavioral Patterns[21]	El videojuego serio trata de resolver problemas de suma y resta de dos pasos, utilizando la historia del héroe que debe salvar al reino de una maldición.	Pistas, mapa, escenarios, retos, reglas, historia, personajes, niveles de dificultad, retroalimentación.
13a	Impact of online flexible games on students' attitude towards mathematics [22]	El juego consiste en nueve diferentes retos, con varias preguntas relacionadas con conceptos de aritmética, álgebra y geometría.	Historia, personajes, retos, reglas, sistema de score, retroalimentación, niveles de dificultad, pistas.
14a	The effect of surprising events in a serious game on learning mathematics[23]	El videojuego serio fue desarrollado específicamente para el aprendizaje del razonamiento proporcional en la educación secundaria.	Niveles de dificultad, historia, personajes, retos, reglas, retroalimentación, minijuegos, sistema de recompensas, sistema de score.
15a	The impact of serious games in mathematics fluency: A study in Primary Education[24]	Es un videojuego serio que busca reforzar el aprendizaje de las operaciones matemáticas básicas de suma, resta, multiplicación y división.	Niveles de dificultad, pistas, sistema de recompensas, sistema de score, personajes, retos, reglas.

**Tabla 1:** Análisis de características comunes encontradas en videojuegos serios.

## 4 Resultados alcanzados

En base a la información obtenida en la Tabla 1, se procedió a realizar un estudio de frecuencias sobre las características comunes encontradas, los resultados encontrados se presentan en la Tabla 2.

En la Tabla 2 se muestran listadas cada una de las características y en las columnas se representan las publicaciones mediante un Id, se registra de manera gráfica con una (X) si la característica estuvo presente en el videojuego serio y se deja un espacio en blanco en caso contrario.

**Tabla 2: Elementos comunes encontrados en los artículos seleccionados.**

Elementos Comunes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Historia			X				X	X			X	X	X	X	
Escenarios	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X			
Personajes	X		X	X	X		X			X	X	X	X	X	X
Retos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reglas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Niveles de dificultad	X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
Modos de juego				X	X										
Sistema de recompensas	X				X				X	X	X			X	X
Retroalimentación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sistema de score	X			X				X	X	X			X	X	X
Pistas			X				X	X	X		X	X			X
Mapa			X				X				X				
Inventario					X										
Minijuegos	X	X		X	X									X	

En la Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5 se muestran las características ordenadas en base a las frecuencias con que aparecieron en las publicaciones analizadas. Las columnas que se presentan son:

- Elementos: Se refiere al nombre de las características
- Descripción: Se detalla la característica correspondiente
- Frecuencia: Es el número de apariciones en las publicaciones seleccionadas

La Tabla 3 enlista a las características que tuvieron una frecuencia alta, es decir, si se repitieron de 11 a 15 veces, la Tabla 4 enlista a las características que tuvieron una frecuencia media, es decir, si se repitieron de 6 a 10 veces y la Tabla 5 enlista a las características que tuvieron una frecuencia baja, es decir, si se repitieron de 1 a 5 veces.

**Tabla 3:**Frecuencia Alta (de 11 a 15 repeticiones)

Elementos	Descripción	Frecuencia
Personajes	Los personajes son los protagonistas, antagonistas o figuras secundarias que los jugadores controlan o con los que interactúan en un videojuego.	11 veces
Retos	Los retos son obstáculos o problemas que los jugadores deben superar para avanzar en el juego.	15 veces
Reglas	Las reglas son las directrices y limitaciones que definen cómo se juega un videojuego.	15 veces
Niveles de dificultad	Los niveles de dificultad permiten ajustar la complejidad del juego según las habilidades del jugador.	11 veces
Retroalimentación	La retroalimentación en un videojuego se refiere a las señales y respuestas que el juego proporciona al jugador en función de sus acciones.	15 veces

**Tabla 4:** Frecuencia Media (de 6 a 10 repeticiones)

Elementos	Descripción	Frecuencia
Historia	La historia en un videojuego es la narrativa o trama que guía el desarrollo del juego.	7 veces
Escenarios	Los escenarios son los entornos o lugares donde se desarrollan las acciones del juego.	10 veces
Sistema de recompensas	El sistema de recompensas es un mecanismo que premia al jugador por completar ciertas tareas o alcanzar metas específicas.	7 veces
Sistema de score	El sistema de score mide el rendimiento del jugador durante el juego. Puede representarse a través de puntos acumulados, tiempo récord, combos de acciones, etc.	8 veces
Pistas	Las pistas son sugerencias o ayudas que se proporcionan al jugador para superar un reto o avanzar en la historia.	7 veces

**Tabla 5:**Frecuencia Baja (de 1 a 5 repeticiones)

Elementos	Descripción	Frecuencia
Modos de juego	Los modos de juego son diferentes formas en las que se puede jugar un videojuego. Estos modos pueden incluir el modo historia (campaña), multijugador, cooperativo, versus, entre otros.	2 veces

Mapa	El mapa en un videojuego es una representación gráfica del mundo o de los niveles que los jugadores pueden explorar.	3 veces
Inventario	El inventario es el sistema en el que los jugadores pueden almacenar, organizar y gestionar los objetos que encuentran o adquieren durante el juego.	1 vez
Minijuegos	Los minijuegos son juegos secundarios o más pequeños dentro de un videojuego principal.	5 veces

Los elementos comunes que estuvieron presentes en el total de los 15 videojuegos serios analizados fueron los retos, reglas y retroalimentación, los elementos que se repitieron en más de la mitad de los videojuegos fueron los escenarios, personajes, niveles de dificultad y en menos de la mitad de los videojuegos fueron la historia, modos de juego, sistema de recompensas, sistema de score, pistas, mapa, inventario y minijuegos.

## 5 Conclusiones

Los elementos que constituyen a un videojuego serio pueden variar dependiendo del género al que pertenezca y al público al que va dirigido, sin embargo, es conveniente analizar qué elementos se han utilizado en investigaciones relacionadas para tomarlos en cuenta. También, debemos considerar que los elementos que constituyen a un videojuego serio deben de estar relacionados entre sí; por ejemplo, para lograr una mayor inmersión contando la historia, elementos como los personajes, escenarios y elementos sonoros deben de ser acordes con la historia que se esté narrado. Una buena selección de los elementos puede ayudar a despertar el interés del jugador y que este se adentre en la trama.

Los elementos comunes para desarrollar videojuegos serios para el aprendizaje de las matemáticas con una frecuencia alta fueron: Personajes, Retos, Reglas, Niveles de dificultad y Retroalimentación, como recomendación se tendría que estos elementos no deben de faltar en un videojuego serio. Las características con frecuencia media como: Historia, Escenarios, Sistema de recompensas, Sistema de score y Pistas son elementos no indispensables, pero se consideran deseables y las características con frecuencia baja como: Modos de juego, Mapa, Inventario y Minijuegos, pudieran ser consideradas a criterio del equipo de desarrollo.

Esto nos sirve para tener en consideración los elementos presentes con una mayor frecuencia para introducirlos en el desarrollo de un videojuego serio para el aprendizaje de las matemáticas. Los resultados anteriores nos pueden servir para saber qué elementos no deben de faltar en un videojuego serio para el aprendizaje de las matemáticas y de cuales se puede prescindir

## 6 Trabajos futuros

Los resultados obtenidos en esta investigación servirán como base para la selección de los elementos a integrar en el desarrollo de un videojuego serio para el aprendizaje de las matemáticas, el cual forma parte de una investigación de tesis en la que, además, será puesta a prueba por los estudiantes, los cuales evaluarán su nivel de calidad y satisfacción obtenida con el uso del videojuego serio.

## 7 Agradecimientos

Se agradece a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes por proporcionar los recursos tanto para la investigación conducida como para la presentación de los resultados por medio del proyecto institucional PIINF22-4.

Se agradece al proyecto EPAi por el apoyo brindado en la investigación.

## Referencias

1. Abt, C.: *Serious Games*. American Behavioral Scientist (1970).
2. Zyda, M. From visual simulation to virtual reality to games. *Computer* (Long Beach Calif) 38:25–32 (2005).
3. Sá Rmb De, Zaqueu L Da Ensino Da.: *Matemática Para Estudantes Com Deficiência Visual E Estudantes Videntes Com Dificuldade De Aprendizagem: Um Estudo De Intervenção Com O Multiplano E O Material Dourado*. *Revista Inter Ação* 48:186–199. (2023).
4. Dos Santos, A., Souza, M., Dayrell, M., Figueiredo, E.: *A Systematic Mapping Study on Game Elements and Serious Games for Learning Programming*. pp 328–356 (2019).
5. Schrader, C.: *Serious Games and Game-Based Learning*. In: *Handbook of Open, Distance and Digital Education*. Springer Nature Singapore, Singapore, pp 1255–1268 (2023).
6. Gee, J.; *What video games have to teach us about learning and literacy*, New York: Palgrave/Macmillan (2003).
7. Ruiz, J.: *Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática*, *Revista iberoamericana de educación*, (2008).
8. Araya R.: *Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas*, *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11–44 (2007).
9. M T, F. :*Los problemas aritméticos de la enseñanza primaria. Estudio de dificultades y propuesta didáctica*, *Educación* 119–140, (1990)
10. Tazouti, Y., Boulaknadel, S., Fakhri, Y., *JeuTICE: An Arabic Serious Game to Enhance Mathematics Skills of Young Children*, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* (2019)
11. Malvasi V., Gil-Quintana, J., Bocciolesi, E.: *The Projection of Gamification and Serious Games in the Learning of Mathematics Multi-Case Study of Secondary Schools in Italy.*, *Mathematics* (2022)
12. Taralunga, O-I, Heidtmann P, Krokos M.: *Serious Games For Higher Education Mathematics: Quest For Wisdom – The Horn Of Odin*. (2021)

13. Barbieri, GG., Barbieri, R, Capone, R.: Serious Games in High School Mathematics Lessons: An Embedded Case Study in Europe. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (2021)
14. Cadavid, J., Piedrahita, O., RoseclerBez, M.: El rol del juego digital en el aprendizaje de las matemáticas: experiencia conjunta en escuelas de básica primaria en Colombia y Brasil. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias* (2016)
15. Fernández-Robles J., Gaytán-Lugo L., Hernández-Gallardo S, García-Ruíz, M.: La Alfabetización Cuantitativa en estudiantes de Tercer Grado de Primaria a través de un Juego Serio. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC* 18:131–147. (2019)
16. Carvajal, G., Rojas, PA., Murcia Londoño, E.: El videojuego “El Misterio de la Pirámide”, una propuesta interactiva para el aprendizaje de las matemáticas. *Anduli* 177–188. (2016)
17. Gök, M., İnan, M.: Sixth-grade students’ experiences of a digital game-based learning environment: A didactic analysis. *JRAMathEdu. Journal of Research and Advances in Mathematics Education.* 6:142–157 (2021)
18. Ottmar, E., Landy, D., Goldstone, R., Weitnauer, E.: Getting from here to there: Testing the effectiveness of an interactive mathematics intervention embedding perceptual learning. (2015)
19. Barajas, A., Álvarez, F, J, Mendoza, R., Oviedo, A.: Short Serious Games Creation under the Paradigm of Software Process and Competencies as Software Requirements. Case Study: Elementary Math Competencies. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology* (2015)
20. Chorianopoulos, K., Giannakos, MN., Chrisochoides, N.: Design Principles for Serious Games in Mathematics. In: *Proceedings of the 18th Panhellenic Conference on Informatics.* ACM, New York, NY, USA, pp 1–5 (2014)
21. Yang K-H, Chu H-C, Chiang L-Y: Effects of a Progressive Prompting-based Educational Game on Second Graders’ Mathematics Learning Performance and Behavioral Patterns. *Educational Technology & Society* 21:322–334 (2018)
22. Mavridis, A., Katmada, A., Tsiatsos, T.: Impact of online flexible games on students’ attitude towards mathematics. *Educational Technology Research and Development* 65:1451–1470. (2017)
23. Wouters, P., Van Oostendorp H, TerVrugte J. : The effect of surprising events in a serious game on learning mathematics. *British Journal of Educational Technology* 48:860–877. (2017)
24. Fraga-Varela, F., Vila-Couñago, E., Martínez-Piñeiro, E.: The impact of serious games in mathematics fluency: A study in Primary Education. *Comunicar* 29:115–125. (2021)

# Exploring Creativity's Mediating Role: How Linguistic Skills and ChatGPT Efficiency Impact Academic Performance

Gutierrez-Aguilar, O.<sup>1</sup>[0000-0002-6657-7529], Chicana-Huanca, S.<sup>1</sup>[0000-0002-9676-1386],  
DelgadoDelgado, F.<sup>1</sup>[0000-0001-7122-8449], Gutierrez-Aguilar, A.<sup>1</sup>[0000-0002-2916-2957],  
Chicana-Huanca, B.<sup>1</sup>[0000-0002-2916-2957] and Duche-Pérez. A.<sup>1</sup>[0000-0001-9905-1489]

<sup>1</sup>Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú  
ogutierrez@ucsm.edu.pe, schicanah@ucsm.edu.pe, fdelgado@ucsm.edu.pe,  
agutierrez@ucsm.edu.pe, berthachicana@ucsm.edu.pe,  
aduche@ucsm.edu.pe

**Abstract.** The principal objective of this study was to investigate the mediating role of creativity in the correlation between various academic competencies and academic performance in the context of ChatGPT usage among university students. Focusing on efficiency in information acquisition, linguistic competence, and writing proficiency as the key variables, the study adopted a non-experimental, cross-sectional design. The methodology involved exploratory and confirmatory factor analysis to affirm the validity of the research model, followed by structural equation modeling to examine the intricate relationships among the variables from August to December 2023. The findings revealed a pronounced mediating effect of creativity, significantly enhancing the relationship between each of the independent variables and academic performance. The most compelling conclusion drawn from the study is the indispensable role of creativity as a catalyst in the educational process, accentuating the need for educational strategies that cultivate creative competencies to optimize the use of digital tools like ChatGPT in university education.

**Keywords:** Efficiency of information acquisition, creativity, writing proficiency, linguistic competence, academic performance, ChatGPT.

## 1 Introduction

The integration of Artificial Intelligence (AI) tools like ChatGPT in educational settings has significantly altered traditional learning environments, enhancing student engagement and performance. This study investigates ChatGPT's potential to mediate cognitive skills such as information acquisition efficiency, linguistic competence, and writing proficiency through creativity, aiming to provide insights into AI's strategic application in education [1,2].

The research focuses on creativity as a mediating factor, employing a mixed-methods approach with structural equation modeling and interviews with 450 university students. This approach analyzes the interaction between AI-enhanced cognitive skills and academic performance, exploring how AI can go beyond mere knowledge delivery to enhance learning processes.

Efficiency of Information Acquisition (EAI) is crucial for evaluating AI tools like ChatGPT, which can vary significantly in performance based on the complexity and specificity of the information requested. This variability often stems from the AI's reliance on static and historical training data, limiting its applicability to future-oriented topics [1,2]. Additionally, the AI's ability to understand context and intent in user queries is essential, requiring users to have proficiency in question framing. The interaction between user input and AI output is vital, as it determines the extent to which students can critically engage with and utilize the information in their academic pursuits.

Writing proficiency involves more than just crafting grammatically correct sentences; it requires the ability to clearly and persuasively convey ideas. ChatGPT offers multifaceted improvements in writing proficiency by providing instant feedback and showcasing diverse stylistic examples, thus broadening students' approaches to expressing ideas [3]. However, Chávez-Uceda [4] cautions that the use of AI in writing must be managed responsibly due to risks of producing inaccurate or unethical content. While ChatGPT facilitates real-time editing and suggestions, fostering the higher-order writing skills of argumentation, persuasion, and original thought still requires traditional educational methods and personal effort[5].

Linguistic competence includes the mastery of language mechanics such as grammar, syntax, and vocabulary. ChatGPT enhances this by providing responses that adhere to linguistic norms and adapt to the complexity needed by users [6]. Nonetheless, Bishop highlights the limitations of AI, such as the lack of deep comprehension and critical thinking that human tutoring offers. Kasneci [7] also point out the risk of over-reliance on AI for language learning. Effective educational strategies should combine AI tools with critical thinking exercises and real-world language applications, ensuring students not only learn correct forms but also understand their practical use in diverse contexts.

Creativity, defined as the ability to generate ideas, solutions, or products that are both original and valuable, is an essential skill in the educational environment. In our study, creativity acts as a mediating skill between the use of AI tools like ChatGPT and students' academic performance. According to Henriksen [8], ChatGPT can be used to explore creative applications in education, offering students new ways to tackle academic tasks and complex problems. This interaction with AI not only fosters the generation of new ideas but also aids in developing critical thinking and problem-solving skills, which are crucial components of creativity [9].

Moreover, creativity in this study is linked to students' ability to integrate and apply knowledge innovatively, crucial in fields that require extensive analytical thinking and synthesis. Lee [10] notes that the mathematical analysis of creativity and "hallucination" in GPT models shows that AI can support creative processes, but it must be guided and contextualized within educational frameworks that encourage genuine innovation and the practical application of knowledge [11].

Academic performance, evaluated by a student's ability to achieve educational goals through grades and other success indicators, is also a focus. Bahrini [12] discuss how tools like ChatGPT offer both opportunities and challenges in education, potentially enhancing academic performance by improving access to information and learning resources. The effectiveness of ChatGPT in boosting academic outcomes depends on

its integration into teaching methods and the extent to which students utilize these technologies to supplement their learning and critical thinking [13].

Additionally, the study explores the indirect impact of creativity on academic performance, suggesting that enhancing creative skills through ChatGPT could improve academic results. This relationship is examined through structural models that assess how AI interactions can specifically enhance both knowledge and technical skills, as well as analytical and creative capabilities, all valued in academic and professional settings [14]. Therefore, based on the above arguments, the following hypotheses are adopted:

- H1: There is a mediating effect of Creativity (CRE) between the Efficiency of Information Acquisition (EAI) and Academic Performance (RA).
- H2: There is a mediating effect of Creativity (CRE) between Linguistic Competence (CL) and Academic Performance (RA).
- H3: There is a mediating effect of Creativity (CRE) between Writing Proficiency (CE) and Academic Performance (RA).

## 2 Methodology

This empirical study at the Catholic University of Santa María in Arequipa, Peru, involved 450 university students aged 18 to 28, focusing on how effectively digital tools like ChatGPT enhance information acquisition, writing proficiency, linguistic competence, creativity, and academic performance. The specially designed research instrument was validated through exploratory and confirmatory factor analysis, ensuring its reliability. The final survey, conducted in June 2023, used Jamovi software and SMART-PLS for statistical analysis, confirming the robustness of data and the mediating role of creativity in academic outcomes. The findings, as detailed in Table 1, showed high reliability indices (Cronbach's alpha and McDonald's omega) and Average Variance Extracted (AVE) values above the 0.50 threshold, indicating strong internal consistency and convergent validity across the variables.

**Table 1.** Reliability indices

Variable	$\alpha$	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	AVE
EAI	0.89	0.89	0.89	0.89	0.57
CRE	0.93	0.94	0.94	0.93	0.71
CE	0.95	0.95	0.95	0.95	0.74
CL	0.96	0.96	0.96	0.96	0.80
RA	0.93	0.93	0.93	0.93	0.70

## 3 Results

During the validation process of the applied instrument, exploratory factor analysis (EFA) revealed a Kaiser-Meyer-Olkin test (KMO) result of 0.960 and a Bartlett test p-value  $< 0.001$ , indicating the appropriateness of the factor analysis and the data's suitability for structure detection. Subsequently, confirmatory factor analysis (CFA)

was conducted to compare the proposed user model against a baseline model, employing various fit indices to assess the model's adequacy.

The results presented in Table 2 indicate that the user model has a satisfactory fit with the data. The Comparative Fit Index (CFI), with a value of 0.94, reflects the relative fit of the user's model in comparison to a null model, where values approaching 1 suggest an improved fit, thus signifying a good fit in this context. Similarly, the Tucker-Lewis Index (TLI) and the Bentler-Bonett Non-normed Fit Index (NNFI), both with values of 0.93, further corroborate the model's soundness.

The consistency of these indices, with the CFI, TLI (or NNFI), all exceeding the acceptable threshold of 0.90, provides robust evidence of a well-fitting model. This reinforces the structural model's accuracy used in the analysis, such as structural equation modeling (SEM), which necessitates a strong fit to confidently assert the relationships and predictions made about the observed variables. The findings from these fit indices collectively suggest that the user model is well-suited to the collected data, bolstering the overall validity and reliability of the research findings.

**Table 2.** User model versus baseline model

<b>Fit Index</b>	<b>Model</b>
Comparative Fit Index (CFI)	0.94
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.93
Bentler-Bonett Non-normed Fit Index (NNFI)	0.93

The data in Table 3 indicate that the constructs used in the study for Efficiency of Information Acquisition (EAI), Creativity (CRE), Linguistic Competence (CL), and Writing Proficiency (CE), along with Academic Performance (RA), demonstrate a strong level of internal consistency, as reflected by high Cronbach's alpha values.

The EAI, with a Cronbach's alpha of 0.888, shows solid internal consistency. Although it has the lowest AVE of 0.641, it still exceeds the accepted limit, indicating that while the variable effectively captures the majority of the variance in its indicators, there might be room to capture additional facets or dimensions related to information acquisition efficiency.

CRE's reliability is also affirmed with a Cronbach's alpha of 0.933 and an AVE of 0.751, suggesting that the creative aspects being measured are both consistent and representative of the construct, which would imply that the instrument is aptly capturing the complexity and nuances of creativity within the academic context.

CL's reliability is exceptional, with a Cronbach's alpha value of 0.961 and an AVE of 0.836, indicating that the assessment of linguistic competence is highly consistent and a valid measure of the construct. This high level of reliability and validity demonstrates that the linguistic competence measure is a robust indicator of the students' language abilities.

CE also exhibits high reliability and the second-highest AVE, reinforcing its status as a highly reliable and valid measure of writing skills within the academic setting. This implies that the measurement tool is effective in capturing the variance within students' writing proficiency.

Lastly, RA has a strong Cronbach's alpha of 0.933 and an AVE of 0.750, reflecting that academic performance, as measured in this study, is consistent and a precise indicator of the students' academic achievements.

These results would indicate that the measures used in the research are reliable and effective in capturing the constructs of interest, providing a dependable foundation for any conclusions drawn regarding the impact of these variables on the academic performance of university students. The high levels of reliability and validity across all variables suggest that the findings of the study are likely to be robust and could potentially inform educational strategies and interventions to enhance student learning outcomes.

**Table 3.** Construct reliability and validity - Overview

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
Academic performance (RA)	0.933	0.934	0.947	0.750
Creativity (CRE)	0.933	0.934	0.948	0.751
Efficiency of Information Acquisition (EAI)	0.888	0.889	0.915	0.641
Linguistic competence (CL)	0.961	0.961	0.968	0.836
Writing Proficiency (CE)	0.945	0.946	0.957	0.786

Table 4 illustrates the results of the discriminant validity assessment using the Heterotrait-Monotrait ratio (HTMT) of correlations. The HTMT is a contemporary approach to establishing discriminant validity in structural equation modeling and confirmatory factor analysis, evaluating the distinctiveness of the constructs within a model.

In the context of this research, the HTMT ratios suggest that each pair of constructs shares a unique relationship that is distinct from their relationships with other constructs. Efficiency of Information Acquisition (EAI) shows relatively high correlations with Creativity (CRE, 0.72) and Academic Performance (RA, 0.75). This indicates a substantial relationship, suggesting that the efficient acquisition of information may be closely tied to the creative process and is a significant contributor to academic success. The lowest correlation for EAI is with Linguistic Competence (CL, 0.49), implying a more distinct relationship between these two constructs.

Creativity (CRE) also has high correlations with both EAI (0.72) and Academic Performance (RA, 0.72), reinforcing the notion that creativity is intertwined with the efficiency of information processing and the overall academic achievement of students. The lower correlation between Creativity and Linguistic Competence (CL, 0.56) suggests that while related, they represent distinct facets within the educational context.

Writing Proficiency (CE) correlates strongly with Academic Performance (RA, 0.76) and Linguistic Competence (CL, 0.71), supporting the premise that writing skills are closely linked to linguistic aptitude and academic performance. This relationship is expected, as strong writing abilities are often reflective of linguistic competence and are a critical factor in academic evaluations.

Linguistic Competence (CL) shows a significant correlation with Writing Proficiency (CE, 0.71) and Academic Performance (RA, 0.71). The correlation with Efficiency of Information Acquisition (EAI, 0.49) is the lowest, indicating that while

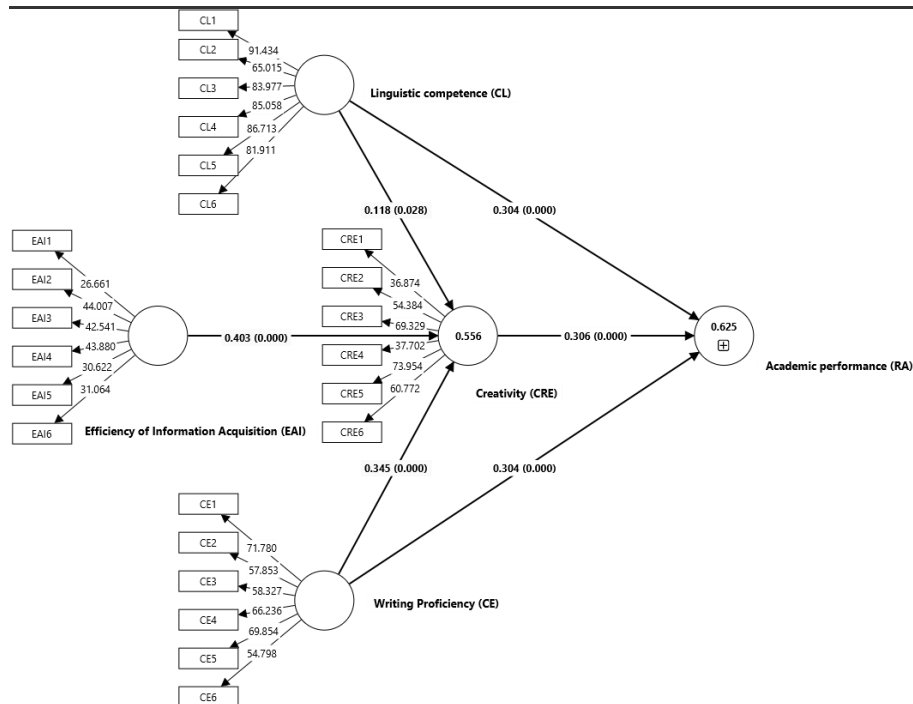
language skills are crucial for academic success and related to writing proficiency, they are more distinct from the ability to efficiently acquire information.

Academic Performance (RA) has strong correlations with all variables, particularly with Efficiency of Information Acquisition (EAI, 0.75) and Writing Proficiency (CE, 0.76), suggesting that the ability to perform well academically is substantially influenced by both the efficiency with which students gather information and their proficiency in writing.

Overall, while the HTMT ratios indicate a satisfactory level of discriminant validity (all below the threshold of 0.85), the higher correlations observed between some constructs (like EAI and RA, CRE and RA, CE and RA) suggest a close relationship, which is consistent with the understanding that these aspects of the learning process are interrelated and collectively impact academic performance. These findings affirm the distinct but related nature of the constructs and support the integrity of the model used in this study.

**Table 4.** Heterotrait-monotrait (HTMT) ratio of correlations

	EAI	CRE	CE	CL	RA
EAI	1.00	0.72	0.64	0.49	0.75
CRE	0.72	1.00	0.70	0.56	0.72
CE	0.64	0.70	1.00	0.71	0.76
CL	0.49	0.56	0.71	1.00	0.71
RA	0.75	0.72	0.76	0.71	1.00



**Fig.1.** Path diagram – Structural Equation Modeling.

Figure 1 depicts a path diagram from a Structural Equation Modeling (SEM) analysis, showing the relationships between latent constructs—such as Linguistic Competence (CL), Efficiency of Information Acquisition (EAI), Creativity (CRE), and Writing Proficiency (CE)—and their observed variables, as well as the relationship these constructs have with Academic Performance (RA).

The path diagram illustrates each construct's loading on its observed variables, which are strong across the board, indicating that each set of items reliably measures its corresponding construct. In the context of Linguistic Competence (CL), for instance, we observe that the loadings are particularly high (all above .65), signifying that the observed variables are highly representative of the latent construct.

From the coefficient of determination ( $R^2$ ) values provided, Academic Performance (RA) has an  $R^2$  of 0.625. This implies that approximately 62.5% of the variance in students' academic performance can be explained by the model's constructs, which is a strong model fit in social sciences research. It indicates that factors like EAI, CRE, and CL, along with direct measures of CE, collectively provide a substantial explanation for students' academic success. The notable point here is that while the constructs are effective predictors of academic performance, there remains a proportion of the variance unexplained by the model, suggesting the influence of other external factors not captured in this analysis.

For the other constructs, the diagram shows correlations between them. For instance, EAI has a correlation of 0.403 with CRE, 0.556 with CE, and 0.345 with CL, suggesting moderate to strong relationships between these variables. Notably, these constructs are all significantly related to RA, with CRE showing a 0.72 correlation, implying a strong predictive relationship.

In summary, the model displayed in Figure 1 demonstrates a robust predictive ability for academic performance based on the included constructs, suggesting these variables are significant factors in educational outcomes. The graphical representation confirms that the SEM approach effectively captures the complexity of these relationships, providing a clear visualisation of the constructs' interrelations and their impact on academic achievement.

**Table 5.** Specific indirect effects - mean, STDEV, T values and P values

	Origin al sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV )	Statistics t (  O/STDE V )	p- Value
H1. Efficiency of Information Acquisition (EAI) -> Creativity (CRE) -> Academic performance (RA)	0.123	0.124	0.028	4.332	0.000
H2. Linguistic competence (CL) -> Creativity (CRE) -> Academic performance (RA)	0.036	0.036	0.017	2.082	0.037
H3. Writing Proficiency (CE) -> Creativity (CRE) - > Academic performance (RA)	0.105	0.105	0.024	4.336	0.000

Table 5 details the specific indirect effects of three separate paths through Creativity (CRE) on Academic Performance (RA), providing mean values, standard deviations, T statistics, and p-values for hypothesis testing.

Starting with H1, the indirect effect of Efficiency of Information Acquisition (EAI) on Academic Performance (RA) via Creativity (CRE) is shown to be statistically

significant, with an original sample effect of 0.123 and a p-value of 0.000. The T statistic of 4.332 far exceeds the common threshold of 1.96 for a 95% confidence level, indicating strong evidence against the null hypothesis of no effect. This supports the hypothesis that creativity significantly mediates the relationship between the efficiency of information acquisition and academic performance.

In H2, Linguistic Competence (CL) has a smaller indirect effect on Academic Performance (RA) through Creativity (CRE), with a sample effect of 0.036. The p-value of 0.037 is below the 0.05 threshold, making it statistically significant, albeit less robustly so than H1, as indicated by the lower T value of 2.082. This suggests that while linguistic competence does impact academic performance through creativity, the effect is not as pronounced as that of information acquisition efficiency.

For H3, Writing Proficiency (CE) shows a substantial indirect effect on Academic Performance (RA) via Creativity (CRE), with a sample effect of 0.105 and a p-value of 0.000. The T statistic of 4.336 is similarly high, corroborating the significant mediating role of creativity between writing proficiency and academic performance.

The p-values associated with each hypothesis are well below the conventional cutoff of 0.05, leading to the rejection of the null hypothesis for each path tested. This indicates that in the context of this research, the indirect paths through creativity are significant contributors to academic performance. These findings affirm the importance of creativity in the academic environment, suggesting that fostering creativity could enhance both the acquisition of information and the development of linguistic and writing skills, which in turn contribute to better academic outcomes.

The results of the statistical analysis emphatically support all three hypotheses of the research study. Hypothesis H1, which proposed that Creativity (CRE) mediates the relationship between the Efficiency of Information Acquisition (EAI) and Academic Performance (RA), is confirmed with a p-value of 0.000, indicating a significant mediating effect. Similarly, Hypothesis H2 is also supported; Creativity (CRE) has a significant mediating effect between Linguistic Competence (CL) and Academic Performance (RA), as evidenced by a p-value of 0.037. Lastly, Hypothesis H3, suggesting a mediating role of Creativity (CRE) between Writing Proficiency (CE) and Academic Performance (RA), is strongly validated with a p-value of 0.000. The p-values for all hypotheses are well below the conventional alpha level of 0.05, indicating that the proposed mediating effects are statistically significant and thus, the study's hypotheses are confirmed, not rejected. This underscores the pivotal role of creativity in enhancing the efficiency of information acquisition, linguistic competence, writing proficiency, and, ultimately, academic performance.

## 4 Conclusions

The study offers a comprehensive analysis of how creativity mediates the impact of various academic skills—Efficiency of Information Acquisition, Linguistic Competence, Writing Proficiency—on Academic Performance among university students. The findings robustly support the hypothesis that creativity significantly mediates these relationships, enhancing academic outcomes. Specifically, the study highlights that creativity enhances the practical application of information, improves

the innovative use of language, and intensifies the impact of writing proficiency on academic success.

Creativity's consistent mediating role underscores its essential place within the educational process and suggests that fostering creative skills could significantly improve academic results. The research also emphasizes the importance of creativity in leveraging educational tools like ChatGPT, pointing towards future research opportunities to explore additional mediating variables and the direct effects of these skills on broader educational outcomes like student engagement with AI.

This study not only deepens the understanding of creativity's role in education but also paves the way for advancing pedagogical tools and methodologies to maximize students' creative potential in a digital education landscape.

## References

1. García-Peñalvo, F.J.: La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. *Education in the Knowledge Society (EKS)* 24, e31279 (2023). doi:10.14201/eks.31279
2. Zhu, J.-J., Jiang, J., Yang, M., Ren, Z.J.: ChatGPT and Environmental Research. *Environmental Science & Technology* (2023). doi:10.1021/acs.est.3c01818
3. Ahuja, A.S., Polascik, B.W., Doddapaneni, D., Byrnes, E.S., Sridhar, J.: The Digital Metaverse: Applications in Artificial Intelligence, Medical Education, and Integrative Health. *Integrative Medicine Research* 12(1) (2023). doi:10.1016/j.imr.2022.100917
4. Chávez-Uceda, T.: Inteligencias Artificiales, Chat GPT y escritura académica en medicina: Artificial intelligences, Chat GPT and medical academic writing. *Revista Médica de Trujillo* 18(1), 001-002 (2023).
5. De-Vicente-Yagüe-Jara, M.-I., López-Martínez, O., Navarro-Navarro, V., Cuéllar-Santiago, F.: Writing, creativity, and artificial intelligence. ChatGPT in the university context. *Comunicar* 31(77) (2023). doi:10.3916/c77-2023-04
6. Bishop, L.: A Computer Wrote This Paper: What ChatGPT Means for Education, Research, and Writing. *SSRN Electronic Journal* (2023). doi:10.2139/ssrn.4338981
7. Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., Kasneci, G.: ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences* 103, 102274 (2023). doi:https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274
8. Henriksen, D., Woo, L.J., Mishra, P.: Creative Uses of ChatGPT for Education: a Conversation with Ethan Mollick. *TechTrends* (2023). doi:10.1007/s11528-023-00862-w
9. Gutierrez-Aguilar, O., Torres-Palomino, D., Gomez-Zanabria, A., Garcia-Begazo, C., Argüelles-Florez, A., Silvestre-Almerón, F., Zeta-Cruz, V.: Personality and creative thinking in artists and the idea of their reputation on Social media. In: *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2022*
10. Lee, M.: A Mathematical Investigation of Hallucination and Creativity in GPT Models. *Mathematics* 11(10) (2023). doi:10.3390/math11102320
11. Gutierrez-Aguilar, O., Chicana-Huanca, B., Postigo-Coaguila, M., Agredo-Delgado, V., Rondon, D., Chicana-Huanca, S.: Influencing factors in creativity in learning, mediated by self-confidence in university students in the post-pandemic. In: *CEUR Workshop Proceedings 2023*, pp. 18-30

12. Bahrini, A., Khamoshifar, M., Abbasimehr, H., Riggs, R.J., Esmaili, M., Majdabatkohne, R.M., Pasehvar, M.: ChatGPT: Applications, Opportunities, and Threats. In: 2023 Systems and Information Engineering Design Symposium, SIEDS 2023 2023, pp. 274-279
13. Aguilar, O.G., Delgado-Delgado, F., Meza-Málaga, J., Turpo-Gebera, O., Apaza, F.T.: Predictors of Academic Performance through the Use Of Chatgpt in University Students. Human Review. *International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades* 21(2), 411-421 (2023). doi:10.37467/revhuman.v21.5077
14. Pavlik, J.V.: Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism and Mass Communication Educator* 78(1), 84-93 (2023). doi:10.1177/10776958221149577

# **Recuperación de la tradición oral a partir de mitos y leyendas en el nivel de básica primaria, por medio del tablero Urban WhiteCity AR y textos multimodales**

Polanco Herrera Carlos Enrique , and Cajas Muñoz Dary Yaneth .

Magister en Gestión de la Tecnología Educativa, universidad de Santander, Colombia

Magister en Educación. Línea de investigación en pedagogía de la Lectura y la Escritura, universidad del Cauca, Colombia

**Resumen.** En la Institución Educativa Técnico Industrial (IETI) de la ciudad de Popayán Colombia, se crea el grupo de investigación (GITI), conformado por estudiantes de educación básica y media que lideran proyectos de inclusión, orientados a solucionar problemáticas o necesidades del entorno educativo siendo imperativo que en los procesos de enseñanza y aprendizaje, se utilicen estrategias innovadoras como el desarrollo y la implementación de un tablero de realidad aumentada, con el propósito de recuperar la tradición oral de la ciudad de Popayán Cauca Colombia, mediante el desarrollo del pensamiento computacional y crítico a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y de textos multimodales.

La integración de los textos multimodales gracias a los avances en la ciencia y la tecnología y sobre todo en los medios de comunicación, exige asumir nuevos retos para transformar los procesos de enseñanza aprendizaje de la lectura y la escritura, en este artículo se presenta una estrategia didáctica fundamentada en el aprendizaje basado en proyectos (ABP) promoviendo la investigación por medio del enfoque STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo.

Por consiguiente, implementar en el aula el texto multimodal soportado con las tecnologías de la información y la comunicación, inmersos en el tablero de realidad aumentada, es una herramienta didáctica que se convierte en una actividad donde los estudiantes son los actores y constructores de sus propios aprendizajes, desarrollando así la capacidad de análisis y reflexión que es clave para desenvolverse en la sociedad actual.

**Abstract.** At the Técnico Industrial Educational Institution (IETI) in Popayán, Colombia, the Research Group (GITI) was established, composed of elementary and secondary education students who lead inclusion projects aimed at addressing challenges or needs within the educational environment. It is imperative that innovative strategies be employed in teaching and learning processes, such as the development and implementation of an augmented reality board, with the goal of preserving the oral traditions of Popayán, Cauca, Colombia, by fostering computational and critical thinking through Information and Communication Technologies (ICT) and multimodal texts.

The integration of multimodal texts, facilitated by advances in science, technology, and communication media, demands new approaches to transforming the teaching and learning processes of reading and writing. This article presents

a didactic strategy based on project-based learning (PBL), promoting research through the STEM approach (Science, Technology, Engineering, Mathematics) to encourage the development of critical and reflective thinking.

Consequently, implementing multimodal texts supported by information and communication technologies, integrated into the augmented reality board, serves as a didactic tool that becomes an activity where students are the main actors and constructors of their own learning, thereby developing the analytical and reflective skills essential for navigating contemporary society.

**Keywords:** Tablero de realidad aumentada, Tradición oral, Textos multimodales, Tecnologías de Información y comunicación, investigación.

## 1. Introducción

El grupo de investigación Técnico Industrial (GITI), fundado en 2015, es una muestra representativa estudiantil heterogénea, con diversidad étnica, socioeconómica, cultural, cognitiva y conductual, en los niveles de educación básica y media de la Institución Educativa Técnico Industrial (IETI) de la ciudad de Popayán, Colombia; se considera que los estudiantes hacen parte de un nuevo entorno social y una cultura digital, que permea con facilidad sus percepciones, experiencias y necesidades, permitiéndoles acceder a nueva información, por lo tanto, es pertinente afirmar que el uso de las TIC es un factor facilitador para la correcta práctica discursiva de la lectura y la escritura, promoviendo el desarrollo del pensamiento crítico. El grupo está registrado formalmente en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia, se enfoca en la educación inclusiva y en la integración de estudiantes con discapacidades físicas en actividades de investigación y desarrollo tecnológico actualmente se está desarrollando un tablero de realidad aumentada llamado “Urban WhiteCity AR”, tratando de resolver la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede rescatar la tradición oral usando la realidad aumentada a partir de mitos y leyendas basándose en texto multimodales?

En el presente artículo se presentan avances y resultados del tablero de realidad aumentada llamado “Urban WhiteCity AR”, centrándose en el uso del Modelo ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) con un enfoque STEM, donde se implementará la lectura y la escritura de textos multimodales apoyadas en las TIC. Es necesario reconocer que la lectura y la escritura son prácticas que permiten expresar con precisión lo que se piensa y se siente. A través de la historia de la educación, la lectura y la escritura han estado presentes como vehículos que conducen al mundo social y superior del pensamiento. Gracias a ellas, es posible adquirir conocimientos, valores, sentidos y desarrollar la habilidad para transmitirlos; por tal razón, su práctica y desarrollo son indispensables en el proceso de enseñanza-aprendizaje, los estudiantes deben estar preparados para las grandes transformaciones de la ciencia y la tecnología, donde las herramientas multimodales basados en recursos multimediales, permiten conocer y encontrar nuevas formas para acercar a los estudiantes al conocimiento. Es así como la implementación del tablero Urban WhiteCity AR, permite la reconstrucción de los saberes a partir de la experiencia ganada por

medio de la recopilación de mitos y leyendas, de esta forma es posible recuperar la tradición oral y sensibilizarlos para transformar su visión de mundo y su contexto real.

## 2. Metodología

### 2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Desde el comienzo del grupo en el año 2015, el cual estaba formado en su momento por 30 estudiantes de los diferentes grados, se realizaron actividades relacionadas con identificar problemáticas o necesidades del entorno educativo, es en estos espacios donde se pueden identificar: las necesidades de estudiantes que presentan discapacidades físicas, de conservación ambiental, manejo de residuos sólidos reciclables y la recuperación de la tradición oral. Cada proyecto al interior de GITI se desarrolla con la metodología del aprendizaje basado en proyectos fundamental para el desarrollo de las competencias emocionales como lo indica Luy-Montejo (2019), iniciando con una **fase de investigación y planificación**, donde los estudiantes realizan las investigaciones relacionadas con la tradición oral a partir de mitos y leyendas de la ciudad de Popayán, existe un módulo en los currículos nacionales donde se resalta este importante componente, en el caso de la IETI, cátedra Popayán, así como también se asignan los recursos disponibles y la viabilidad, determinando los materiales y las herramientas necesarias para poder desarrollar el proyecto, **Fase Diseño y prototipado**, los estudiantes por medio de la plataforma tinkercad y blender, programas completamente libres y complementarios, diseñan los modelos 3D necesarios, realizando una curación del material disponible en cuanto a modelos 3D que se encuentran en Internet, para poder utilizarlos, cumpliendo siempre que estos sean de licencias de libre uso como la creative commons.

**Fase de desarrollo tecnológico**, este es un componente muy importante y fundamental para el desarrollo del tablero, donde Gardner (2000) habla de las inteligencias múltiples, las cuales permiten que los estudiantes puedan explorar y desarrollar las habilidades que les permiten sobresalir, aportar y enriquecer el GITI. Se logra evidenciar de manera sobresaliente cómo los estudiantes tienen habilidades para: desarrollar e interactuar con la realidad aumentada la cual se debe configurar en el lenguaje de programación Java, para el modelado 3D de las piezas necesarias, para la programación de los Arduino en sus dos paradigmas estructurada y por bloques y por último para el registro y la edición del material en las redes sociales. **Fase de construcción y ensamblaje**, después de hacer los respectivos aportes en las áreas de interés, se imprimen los modelos, se ensamblan integrando cualquier componente adicional, como sensores, dispositivos electrónicos pasivos o activos, para posteriormente seguir con la **fase de pruebas y evaluación**, donde se prueba la calidad del tablero, su durabilidad y resistencia, su funcionalidad, recopilando y analizando los datos necesarios para poder realizar las mejoras basadas en las observaciones, y por último tenemos la **Fase de implementación y presentación**, donde GITI se postula para participar en los diferentes encuentros internos, locales, nacionales e internacionales, socializando el tablero y los resultados obtenidos.

Como se puede observar en el flujo que se desarrolla para cada proyecto al interior de GITI, y como lo indica Kolb(1984) se busca que los integrantes, puedan a partir de

estas experiencias reales, transformar el conocimiento, siempre en búsqueda del desarrollo del pensamiento crítico y computacional tan necesarios para que los educandos se puedan enfrentar a los nuevos retos cada vez más exigentes de un mundo globalizado.

## 2.2 Implementación del Enfoque STEM en el Proyecto

El enfoque STEM está basado en 4 grandes pilares: en primer lugar, **la ciencia**, representada en el proyecto del tablero de realidad aumentada donde los diferentes actores realizan consultas sobre mitos y leyendas que componen la tradición oral del municipio de Popayán, desarrollando de esta manera procesos de lectura y escritura a partir de la recolección de información, esto permite al estudiante comprender el contexto cultural. Posteriormente se realiza un análisis de los materiales necesarios teniendo en cuenta las políticas del cuidado del medio ambiente (Buitrago y otros, 2022); en segundo lugar **La tecnología**, la cual es importante reconocer que en tiempo de la pandemia el GITI ganó experiencia en el trabajo virtual y el uso de las plataformas interactivas, el grupo logró integrar de manera activa plataformas para el desarrollo del modelado 3D, simulación de circuitos electrónicos, gracias a la plataforma Tinkercad, lo cual le apunta al desarrollo de las competencias relacionadas con el diseño asistido por computadora (CAD). Se considera fundamental el poder articularse con Instituciones de Educación Superior, lo que permite estar siempre a la vanguardia de las nuevas tecnologías y adquirir nuevo conocimiento por parte de los estudiantes, en este sentido la Universidad del Cauca, apoya la capacitación en el uso de la herramienta Unity, orientada al desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada, se utiliza como lenguaje primario Java y el uso de las bibliotecas de AR, esto permitió al grupo tener las bases para proponer como alternativa innovadora los tableros convencionales de juegos y la incorporación de la realidad aumentada en la fase del desarrollo.

En tercer lugar, se tiene la **Ingeniería**, este componente es fundamental y permite al estudiante aprovechar al máximo las habilidades creativas, enfocándose en la planificación y construcción del tablero físico, se incluyen las características de algunos juegos de mesa conocidos en los entornos familiares para poder identificar los componentes comunes que puedan garantizar el éxito del juego y los componentes electrónicos junto a las piezas que se deben desarrollar para la impresora 3D. Los estudiantes realizan desde este pilar, los diseños mediante la creación de prototipos y realizan las pruebas de los mismos para analizar su comportamiento y funcionalidad, se mejoran constantemente los diseños basados en los resultados de las pruebas a los modelos impresos, para poder obtener el mejor producto que se ajuste a las necesidades y cumpla con los requerimientos establecidos desde el inicio, y por último, **las matemáticas**, Este tipo de proyectos prácticos permite que el estudiante pueda aplicar de manera real los conceptos de geometría, escalado, realizando los cálculos necesarios y precisos para poder asegurar que las piezas encajen correctamente, para esto deben recopilar y analizar los datos específicos del tablero, así como también el tiempo de interacción y jugabilidad, datos fundamentales para poder analizar y sacar las estadísticas necesarias que mejoren el proyecto del tablero en futuras versiones. Este

enfoque interdisciplinario permite a los estudiantes aplicar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la resolución de problemas prácticos.

### **3. Lecturas Multimodales Apoyadas en TIC**

#### **3.1 Definición y Alcance de las Lecturas Multimodales**

Las lecturas multimodales implican el uso de múltiples formas de representación del conocimiento, incluyendo texto, audio, video y gráficos interactivos. Estas lecturas se apoyan en las TIC para proporcionar una experiencia de aprendizaje más rica y accesible. De acuerdo con lo expuesto por Martínez (citado en Arias y Paulina, 2013), es evidente que “vivimos en una sociedad en la que predominan los elementos multimedia, por lo que los textos que nos rodean suelen estar compuestos de dos elementos (dos medias o modos): el lingüístico (la lengua) y el visual (fotografías, diagramas, entre otros)” (p. 28). Este autor continúa su argumentación diciendo que todo ello configura el texto como una unidad de significado; de ahí que se puede definir un texto multimodal/multimedial como aquel en el que se encuentra más de un modo de comunicación: verbal, visual, musical, entre otros para atraer y hacer más comprensible el texto.

En alineación a lo expuesto, Monsalve (2012) sostiene que el uso de textos multimodales en el entorno escolar y social, plantean la necesidad de adquirir habilidades para acceder a los nuevos entornos comunicacionales debido a la “preeminencia de la imagen en el mundo digital y otras formas de comunicar, distintas al código alfabético” (p.1). Por ello, las TIC en el aula, favorecen el uso de diferentes formas de representar y de comunicar y proveen espacios de aprendizaje de la lectura y escritura con elementos lingüísticos y pragmáticos que impactan las formas discursivas empleadas en la escuela permitiendo abordar la producción de textos multimodales, definidos como: “textos en los que concurren múltiples modos de representación de las ideas (animaciones, fotografías, videos, audios, código alfabético)” (Kress, 2005, p. 13). Así, los textos multimodales ofrecen amplias posibilidades de conexión a través de diversos elementos, que no están limitados por una sola ruta o camino de lectura o de escritura. Es así como a través de estos textos inmersos en el tablero de realidad aumentada se pretende rescatar la tradición oral y la preservación de la identidad cultural: La tradición oral es un elemento fundamental de la identidad de un pueblo. A través de cuentos, leyendas, mitos, entre otros transmitidos de generación en generación, se conserva la esencia de la cultura y se fortalece el sentido de pertenencia que es esencial para fortalecer la identidad, valorar el patrimonio cultural y educar a las futuras generaciones.

#### **3.1 Herramientas TIC Utilizadas en el Proyecto**

Al interior del GITI, los proyectos que se desarrollan, utilizan diversas herramientas TIC como apoyo y como facilitadoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje, en las temáticas relacionadas con las lecturas multimodales, se han utilizado herramientas que hacen parte de la web 3.0. Entre estas herramientas se encuentran plataformas de

aprendizaje en línea como Tinkercad, aplicaciones de realidad aumentada como unity y Blender, y software de edición multimedia, como canva, clipchamp, capcut. Estas herramientas permiten a los estudiantes interactuar con los contenidos de manera más dinámica, facilitando de manera importante el desarrollo y la implementación de los productos que se desean obtener, como el trabajo de realidad aumentada (Hernandez, 2017).

### 3.2 Impacto de las Lecturas Multimodales en el Aprendizaje

La lectura y escritura de los textos multimodales a partir del uso y apropiación de las TIC, se hace evidente cuando los estudiantes le otorgan significados de carácter procedimental al digitalizarlos en los entornos de desarrollo como unity, blender, esto implica interactuar y participar de los procesos de elaboración y construcción del conocimiento con los datos externos y lograr su comprensión y transformación, convirtiendo el tablero en una herramienta didáctica.

Permiten la interacción con el contexto social y su proyecto de vida porque se convierten en co-creadores y/o recreadores de nuevos modos semióticos de comunicación trasladados a sus vivencias mediante discursos planteados desde una lectura digital en el tablero de realidad aumentada, la cual es más cercana a la realidad de los estudiantes nativos digitales, que está en permanente cambio y evolución.

## 4. Tablero de Realidad Aumentada

### 4.1 Componentes Software

El proyecto del tablero de realidad aumentada utiliza el lenguaje de programación, **C++** para poder programar el motor de desarrollo de juegos para configurar las diferentes funcionalidades relacionadas con la interactividad del usuario con el tablero, **Arduino** que es un lenguaje de programación basado en C++, para poder realizar la programación del Arduino para el control visual y sonoro del tablero, en cuanto a la arquitectura se propone una basada en capas, entre las que identificarnos: **de presentación**, que permite la visualización e interacción del usuario en sus dispositivos móviles o tabletas, se identifica la interfaz de usuario (UI) desarrollada en Unity, para que los usuarios puedan explorar los modelos 3D y las narrativas de Popayán a través de una interfaz intuitiva; **De lógica**, donde están los scripts de java que gestionan la lógica del tablero, incluyendo la interacción y la manipulación de los objetos 3D, gestionando los eventos que responderán a las acciones como toques en la pantalla o movimiento de la cámara; **de datos**, donde está almacenada la base de datos, los videos, las imágenes, los textos, históricos y culturales de Popayán; **de infraestructura**, para la gestión de configuración y de seguridad, gestionando ajustes y preferencias de la aplicación (Domínguez Díaz & Castro González, 2017).

## 4.2 Componente Hardware

El hardware cuenta de dos componentes fundamentales; **un tablero** impreso en 3D, armable y configurable para poder cambiar los retos y darle mayor jugabilidad; **Arduino Nano** para el control de sonidos e iluminación del tablero para darle un mejor acabado, más llamativo, se incluyen códigos QR para poder activar los componentes de realidad aumentada, y fichas relacionadas con la fauna Payanesa y caucana (de la Torre -Cantero, 2015). (Monsalve, 2012) (Kress, 2005) (Kress G. O., 1998)

## 5. Resultados y Discusión

### 5.1 Resultados Obtenidos del Proyecto

El proyecto ha permitido a los estudiantes adquirir habilidades y competencias técnicas y comportamentales fundamentales, las cuales están en línea con los objetivos de GITI, como facilitador en los procesos de inclusión, ellos adquieren por medio de la práctica experiencial, el componente necesario para poder modelar, impresión 3D y desarrollar los módulos para implementar proyectos que necesiten de la realidad aumentada, todo gracias a la metodología ABP con enfoque STEM, donde los estudiantes adquiere las habilidades investigativas necesarias para afrontar los retos por medio del desarrollo de proyecto contextualizado a las necesidades de un entorno educativo, en el caso particular, para la recuperación de la tradición oral a partir de mitos y leyendas por medio del tablero Urban WhiteCity AR y textos multimodales. Además, ha promovido la inclusión y la participación activa de estudiantes con discapacidades físicas, puesto que el trabajo se hace desde las habilidades y gustos de cada estudiante, trabajando de manera colaborativa apoyados en los profesionales en psicología o del programa “IncluyeT” de la secretaría de educación, siempre adaptando las actividades a las realidades de cada integrante que presenta necesidades educativas especiales (NEE), demostrando que estas tecnologías pueden ser herramientas poderosas para la educación inclusiva.

Los resultados de la investigación permiten plantear la necesidad de insertar e implementar en el aula de clase el texto multimodal, no sólo como una actividad que capta la atención del estudiante, sino como un dispositivo didáctico que pueda ser diseñado, interpretado y estudiado para desarrollar la capacidad de análisis y reflexión que es clave para desenvolverse en la sociedad de conocimiento.

## 6. Conclusiones

Es de resaltar que el alcance de esta propuesta investigativa se anida en el contexto actual, especialmente el educativo, en el cual el uso de la tecnología y por ende el paso de los textos monomodales a los textos multimodales es un hecho, por sus características interactivas que propenden por un mayor entendimiento y se convierten en una herramienta didáctica que conlleva a un aprendizaje más significativo, en este caso la recuperación de la tradición oral que hace parte de la identidad cultural de un pueblo.

Implementar tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje les permite a los estudiantes aplicar por medio de la práctica los conocimientos teóricos en situaciones reales. como la implementación de un tablero de realidad aumentada integrando la metodología ABP con el enfoque interdisciplinario de STEM facilita el trabajo colaborativo por medio de la participación activa y el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas, fundamentales en los pensamientos computacionales, fomentando el pensamiento crítico y la creatividad necesarios para enfrentarse a los retos cada día más globalizados y complejos.

Enriquece las experiencias educativas de los estudiantes, adquiriendo las competencias necesarias en las áreas fundamentales para la investigación como lo son: la ciencia, la tecnología la ingeniería y las matemáticas con mejores resultados cuando los procesos educativos están soportados por las herramientas TIC, desde los cuales se pueden diseñar estrategias didácticas innovadoras como el tablero de realidad aumentada, el cual contribuye a la recuperación y preservación de la tradición oral y cultural.

La recuperación de la tradición oral a través de mitos y leyendas presentados en esta estrategia didáctica, permite que los estudiantes fomenten los componentes de abstracción y pensamiento lógico donde no solo se preserva el patrimonio cultural, sino que también se desarrollan habilidades críticas y reflexivas representadas en los subproductos que se utilizan en el tablero de realidad aumentada por medio de los textos multimodales, promoviendo así una comprensión profunda desde la diversidad.

## 7. Referencias

- Buitrago, L. M., Laverde, G. M., Amaya, L. Y., & Hernández, S. I. (2022). Pensamiento Computacional Y Educación Stem: Reflexiones Para Una Educación Inclusiva Desde Las Prácticas Pedagógicas. *PANORAMA*, vol. 16, núm. 30. <https://doi.org/https://doi.org/10.15765/pnrm.v16i30.3134>
- de la Torre -Cantero, J. S.-D.-D. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 429-446.
- Domínguez Díaz, A. N., & Castro González, J. M. (2017). *Unity 2017.X: curso práctico*. Madrid: Paracuellos de Jarama.
- Gardner, H. E. (2000). *Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century*. Cambridge: Cambridge Handbook of Intelligence.
- Hernandez, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325 - 347. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Kress, G. (2005). *El alfabetismo en la era de los nuevos medios de comunicación*. Granada, España: Ediciones Aljibe.
- Kress, G. O. (1998). A satellite view of language: some lessons from science classrooms. *Language Awareness*, 7, 69-89.

- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 7(2), 353-383.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Monsalve, M. E. (2012). Habilidades argumentativas en la producción de textos con características discursivas multimodales. . *In Comunicación presentada en el Congreso Iberoamericano de las Lenguas en la Educación y en la Cultura/IV Congreso Leer. es, Salamanca, España. Recuperado el, Vol. 5.*

# Remedial Intervention based on Executive Functions at the college level

Pedro Cardona<sup>1</sup>, Cesar Velázquez<sup>1</sup>, Jaime Muñoz<sup>1</sup>, Francisco Álvarez<sup>1</sup>, and Guillermo Domínguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, México  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131  
{jpcardon.vace555.jma\_uaa.fjalvar.guido}@correo.uaa.mx

**Abstract.** We propose a remedial intervention based in cognitive construct known as Executive Functions, we have tried many approach with many elements of Executive Function, now we tried a wider approach or healthier approach, we tried to enhance attention quality and better decisions by reducing distractions caused by stress and negative thoughts, the intervention was based in Eckhart Tolle works about mindfulness, the independent variable was mindfulness which was manipulated with training, dependent variables were the elements of Executive Functions (memory work, cognitive flexibility and auto-regulation inhibition), pretest posttest of dependent variables, finally a t-test with two tail paired and  $p < 0.05$ ; posttest was greater than pretest but statistic test showed no significate impact of mindfulness variable although test was closed to acceptance level, we consider that outcomes are promising, we have not measure evolution of benefits of intervention during certain period of time but is known that mindfulness practitioner are highly focused on adaptation and engagement with changing circumstances.

**Keywords:** Mindfulness, Remedial Intervention, Executive Functions.

## 1 Introduction

In this article, we showed a remedial intervention proposal with Executive Functions foundations, Executive Functions (EF) is a set of many cognitive skills, our previous research give equal weight to every component of EF, now this work put emphasis on the component attention, we consider attention as main coordinator of all EF [1] [2] [3], main goal of this effort is enhance academic outputs.

Component attention has many tasks to regulate EF like relevant information selections, keep attention, alternate attention between many viewpoints of a task, or between many tasks, and finally inhibit external and internal distractions.

There's many cognitive process classifications about EF, this proposal focused more on basic components of Diamond's model [4] like work memory, cognitive flexibility and autoregulation, instead of high level executive functions like reasoning, problem's solutions, planning [4].

We had chosen mindfulness -also known as full attention or full awareness-, mindfulness is not just attention but have no judgments as well, basically mindfulness

practices require observing consciously thoughts and feelings without reacting or overreacting, in other words, eliminate conditioned responses.

Thus, attention main features that support the rest of executive functions get better, finally judgments are not eliminated, judgments come out but comes better because are created with more time and less prejudices, overall, by fostering mindfulness and a calm mental state lay the groundwork for making better judgments, empower individual approach decision-making with greater clarity and discernment.

Doing contemplative practices or mindfulness showed that even with a few but constant contemplative practice, the process of control and attention get better in a meaningfully way [5].

Information overload can have several negative effects; in this study we take into account that overwhelming amount of information and stress may cause cognitive biases and perception biases [6], contemplative sciences could help in reduce this kind of biases, nowadays is used in an interdisciplinary approach.

Finally, mindfulness was chosen because of its value as scaffolding and configuration of all components of Executive Functions, as Miyake [5] does point out, mindfulness influences positively in inhibition and self-regulation; mindfulness was suggested as a main positive force in Eckhart Toller model [6] as well.

### **1.1 Executive Functions**

Executive functions encompass a range of cognitive processes that are used when instinct or intuition could be inadequate, wrong or impossible [4].

EF helps to control of cognitive process, like decision making, planning, goal setting and monitoring.

FE are critical in academic development, cognitive development and mental health [4], can be used as predictor of reading skills [7] [8], enhances scores in academic tests [9] [10], professional success [11], and quality of life [12] [13].

Best stage to give an intervention to enhance executive functions is pre-school stage and before of 14 years old, because is the maturation period of EF.

After this age (14 years old) any given remedial intervention will act more as a compensatory method and cognitive rehabilitation.

Cognitive rehabilitation is broader than cognitive stimulation, we refer to just one of its categories, intra-systemic remedial intervention which refers to lower cognitive levels, this intervention help to rehabilitate some functional activities using alternative strategies, the goal is reuse and optimize the preserved cognitive systems [14].

### **1.2 Executive Functions Models**

Main executive functions model that were used in this research work are:

Baddeley [15] proposed the multi-component of memory work model, where the components are: central system control, phonologic loop and visuospatial system; central system control is a vital part of executive functions, monitoring and regulating the attention, inhibition, planning and many others cognitive skills.

Phonologic loop keeps temporal verbal information that is used in the articulatory process of speaking speech, keep this information stays up to date as well.

Visospatial system manipulate, integrate and store visual information and spatial in the memory work.

Miyake et al [15] in his work propose a model of three components: update, inhibition and change of tasks (switching).

The update component has the capability of maintain and manipulate information in the memory work, the inhibition component has the capability of keep the focus in the relevant task, change of task indicate the capability of switch between many sets of tasks or rules in a fluent way.

These Executive functions models differs between them mainly in the age range samples, these models still have great contributions individually or jointly to this research work.

Another relevant model is Diamond's model [4] where have 3 basic process: Inhibition –suppress conditioned answers and reduce distractions-.

Cognitive flexibility – known as shifting, meaning switch from a task or mental strategy to another task in a smooth and efficient way-, working memory, is a system that keeps and manipulate relevant information in the mind while an assigned task is performed [4].

These 3 basic process sustain the high level functions like reasoning, problem solutions and planning [4].

All these models of executive functions have great contributions in the understanding of executive functions, nowadays the executive functions research have the goal of refining the construct of executive functions and clarify the interrelations between components, in other words, the discussions focused in the inclusion or exclusion of any executive function, and in the greater or lesser degree of influence of every component of executive function, the results have been varied, which indicate that there is a lot of work to do.

### **1.3 Research shortcomings of Executive Functions**

Deficiencies well known about of executive functions are: limitations on the applicability and generalizability of research findings, challenges in ecological validity, metrics validity, few longitudinal studies, neurobiological complexity, causality.

Many studies in controlled environments could not represent real life situations and reduce generalizability degree, executive functions had a reduced validity in its construct, metrics and instruments [16].

The current research goal is clarifying every executive function component influence in order to optimize its interactions, main problem is a kind of overlap between functions, there is no clear causation between function and function manifestation, lot of times a manifestation is due to a set of another cognitive process that are not relevant or related with any executive function component, this situation is known as “impurity tasks” [17] [18].

The Impurity tasks situation is still not entirely clear, many research works findings said that many tasks could be in another category, in other words, there is a no executive tasks category [16] or maybe the clarification problem is deeper than everybody assumed, and could be more a problem of “impurity process” than a problem of “impurity tasks” [19].

Several factors contribute to the situation of lack of generalizability of findings of executive functions research, many studies are not homogeneous in the samples, there is differences in the variables age, family history, environment; added to this, longitudinal studies have differences that make difficult to clarify the executive functions evolution.

Executive functions can be influenced in a negative way by human adaptation factor, if executive functions cannot realize its full development then can develop compensatory methods, this situation lead to make more studies on child and teenager in order to understand this situation.

Executive functions studies do not reach any reliable causality level, some studies with low scores in tests do not imply any degree of disability, and similarly low correlation in studies do not imply a full dissociation, so is not possible to draw accurate conclusions. [20].

To hand this diversity there is the proposal of the pattern “unity and diversity” that suggest that the 3 components of the executive functions have a weak correlation between them, but the 3 components can be separated, and still, even contribute to a better understanding, this pattern can be a useful perspective to analyze the configuration and roles of the components of executive functions.

Many studies support the argument of correspondence between some cerebral regions and executive functions, but still have lack of clarity.

#### **1.4 Mindfulness**

Specialized literature defines mindfulness as “not passionate, not evaluative, full awareness or full attention committed moment to moment about mental states, its process, physical sensations, affective states and imaginary” [15] Or “a receptive attention from every current experience nor current event” [29].

Mindfulness is a contemplation practice to enhance skills to keep attention without judgements and awareness (full attention) in the present moment. [22].

Attention practice belongs to mindfulness framework which emphasis in attention to present moment and no judgements, this practice helps in the reduction or elimination of cognitive biases, this biases can be generated by filters or mental positions that every individual have [23].

By focusing at the present moment reduce the compulsive thought of conceptualize, worrying and avoid being in the here and now.

Basically, perception have two processes [24], first one, is a re-modification or filtering of all information that we can receive from outside, in order to reduce its complexity and make the storing and retrieval from information in an easier way, second one, is an attempt for go ahead of the received information, in order to predict any event as a manner to reduce or avoid surprising events.

First impressions about remedial intervention based on mindfulness are somewhat skeptical [16], especially if they are unfamiliar with or have misconceptions about mindfulness, is common consider that mindfulness is just helpful in the spiritual path [25].

## 2 Methodology

This article design, apply and evaluate a remedial intervention that train variable mindfulness, to evaluate its influence we used pretest and posttest of the next variables: working memory, self-regulation and cognitive flexibility.

The first practice is an introduction to mindfulness [6], added to that is an explanation about the role of ego and identification and its influence in everyday life, the talk about mental health is the importance of acceptance of reality as it is, and as a way to focus in the present moment.

The rest of practices consist in enhance participant's ability to sustain attention, manage distractions, and improve concentration, the practice consists in walk, sitting, workout putting a full attention in these activities; could be any activity that participant suggest, afterwards (25 practices minimum) start the practice of analyze the perceptions and responses of every day; every participant has to give to themselves a time of full attention without judgement to finally see the responses as they are.

What happen from see the responses as they are, could be a critical analysis which could lead to change or modify those responses, in other words, many responses are learned by culture or customs, so everyone start to question if they want to continue with this kind of responses.

In this phase start the practice of evaluate and analyze the learning process and being optimist start to dispose the negative associations whit this process and dispose any thought or anything that does add value to the learning process.

Methodology consist in manipulate (training) the independent variable (mindfulness) and evaluate (pretest and posttest) of next variables: working memory, self-regulation, cognitive flexibility, the variable attention was evaluated with the instrument Toronto Mindfulness Scale developed by Bishop and colleagues [27].

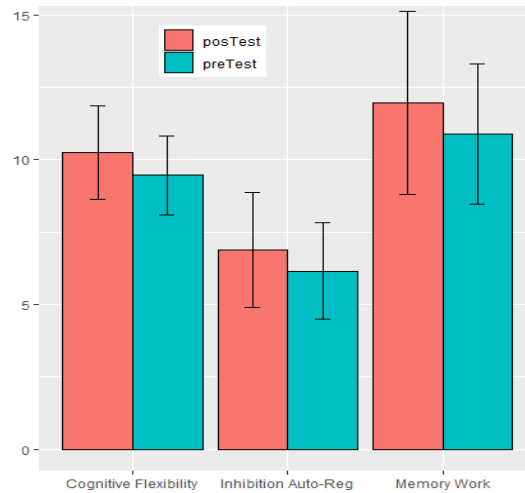
## 3 Results

The test to determine if there is a significant difference between two groups was t-test paired two tail with a significance level of  $p < 0.05$  every test was made with the statistic software environment R 4.2.1

The results obtained are showed below.

	Participants	Pretest		Posttest		t test	
		Media	DE	Media	DE	t	p
Memory Work	30	10.88	2.42	11.96	3.16	1.388	0.1757
Cognitive Flexibility	30	9.46	1.36	10.25	1.61	1.642	0.1113
Inhibition autoregulation	30	6.15	1.67	6.89	1.99	2.032	0.0513

**Table 1.** Mean, standard deviation, p values



**Figure 1.** pretest posttest of Memory Work, Cognitive Flexibility, Inhibition.

Results imply that although posttest values are greater than pretest values, there's no significant difference as pointed out the p values, p values are near the limits.

Limitations of this study are: the advisory during the intervention was weak at moments because the participation was voluntary and their attendance was irregular, some of the contents and directions was delivered via web, that means that not all practices had guide and advisory from the staff, this cause that the advisory was not homogeneous.

This remedial intervention can be considered innovative, and can lead to somewhat resistance to participate in it, this is a factor that can influence in the sample size, in this case the sample can be considered slight and limit any statistic treatment.

Participant cognitive process maturity was not evaluated, with this lack of information we cannot infer about the degree of influence of remedial intervention, or the degree of influence of compensatory methods in the learning process.

Mostly the results are consistent with much of specialized literature, in our perspective the main coincidence is although promising future of this kind of remedial intervention is a priority need the diffusion of contemplative sciences and his convergence with neurophysiology sciences, in order to reduce to some extent, the resistance.

This body of knowledge (contemplative sciences) born in the east with different mindset, and has a relative short period of time in our scholar scope.

#### **4 Conclusions and future work**

In our experience of design and apply a remedial intervention based in mindfulness, and although there are limitations, and the statistic test do not show significate differences, the results are promising because contemplative sciences have valuable

tools and insights that can help promote individual flourishing and societal transformation.

Nowadays mental health need to be priority.

This sight offers the potential to give a place in curricular programs, giving a kind of scaffolding to learning process and give significance to the danger of cognitive biases.

Precisely, this kind of interventions based on mindfulness try to reduce cognitive biases that can be generated by preconceived ideas and prejudices that unconsciously still influence negatively the learning process.

This proposal of remedial intervention born from consider as a danger the overwhelming amount of information and distraction provided by internet, television.

What is next is define frameworks where role of remedial interventions and cognitive biases get articulated, and take advantage of technology to make more individualized and tailored interventions, in order to integrate the contemplative practices as viable and available resource.

## References

1. Anderson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78, 181–203. doi:10.1348/000709907X209854
2. Chun, M. M., Golomb, J. D., & Turk-Browne, N. B. (2011). A taxonomy of external and internal attention. *Annual Review of Psychology*, 62.
3. Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: A review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60.
4. Diamond A. Executive Functions. *Annu Rev Psychol* [Internet]. 2013 Jan 3; 64 (1) Available on <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
5. Miyake A, Friedman NP, Emerson MJ, Witzki AH, Howerter A, Wager TD. The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex “Frontal Lobe” Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cogn Psychol* [Internet]. 2000; 41(1):49–100. Available from: <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734> PMID: 10945922
6. Blair C, Razza RP. Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Dev*. 2007 Mar; 78(2):647–63. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x> PMID: 17381795
7. Morrison FJ, Ponitz CC, McClelland MM. Self-regulation and academic achievement in the transition to school. In: *Child development at the intersection of emotion and cognition*. American Psychological Association; 2010. p. 203–24
8. Borella E, Carretti B, Pelegrina S. The Specific Role of Inhibition in Reading Comprehension in Good and Poor Comprehenders. *J Learn Disabil*. 2010 Nov; 43(6):541–52. <https://doi.org/10.1177/0022219410371676> PMID: 20606207
9. Duncan GJ, Dowsett CJ, Claessens A, Magnuson K, Huston AC, Klebanov P, et al. School Readiness and Later Achievement. *Dev Psychol*. 2007 Nov; 43(6):1428–46. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.6.1428> PMID: 18020822
10. Bailey CE. Cognitive accuracy and intelligent executive function in the brain and in business. Vol. 1118, *Annals of the New York Academy of Sciences*.
11. Brown TE, Landgraf JM. Improvements in executive function correlate with enhanced performance and functioning and health-related quality of life: Evidence from 2 large, double-blind, randomized, placebo-controlled trials in ADHD. *Postgrad Med*. 2010;

12. Davis JC, Marra CA, Najafzadeh M, Liu-Ambrose T. The independent contribution of executive functions to health related quality of life in older women. *BMC Geriatr.* 2010 10.
13. Lopresti E.F., Mihailidis, A., Kirsch, N. (2004) Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art, *Neuropsychological Rehabilitation*, 14:1-2, 5-39,
14. Baddeley, A.D. & Logie, R.H. (1999) Working memory: The multiple component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.) *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control.* Cambridge University Press, pp 28-61.
15. Grossman P. 2011. Defining mindfulness by how poorly I think I pay attention during everyday awareness and other intractable problems for psychology's (re)invention of mindfulness: comment on Brown et al. 2011. *Psychol. Assess.* 23(4):1034–40
16. Burgess PW (1997) Chapter 18, *Handbook of Clinical Neuropsychology* edited by Jennifer M. Gurd, Udo Kischka, John C. Marshall
17. Phillips, L. H. (1997). Do “frontal tests” measure executive function? Issues of assessment and evidence from fluency tests. *Methodology of frontal and executive function*, 191-213.
18. Rabbitt P., 2005 *Methodology of Frontal and Executive Function* edited by University of Manchester, ISBN 0-203-34418-9
19. Miyake & Shah, 1999, *Models of Working Memory Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, pp. 1–27, Publisher: Cambridge University Press: 1999
20. Miyake, A. Friedman, N.P. Emerson, M.J. Witzki, A.H. Howerter, A. Wager, T.D. (2000) The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex ““frontal lobe”” tasks: a latent variable analysis, *Cogn. Psychol.* [Internet] 41 (2000) 49–100,
21. Malinowski, P. (2013). Neural mechanisms of attentional control in mindfulness meditation. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 8. doi:10.3389/fnins.2013.00008.
22. Zapata, G. & Canet, M. (2009). La cognición del individuo: reflexiones sobre sus procesos e influencia en la organización, *Espacio Abierto*, 18(2), 235-256.
23. Moya, M. (1,999) Percepción de las personas. En: *Psicología social.* Madrid: McGrawhill
24. Feuille M, Pargament K. 2015. Pain, mindfulness, and spirituality: a randomized controlled trial comparing effects of mindfulness and relaxation on pain-related outcomes in migraineurs. *J. Health Psychology.* 20(8):1090–106
25. Tolle, E. (2010). *Stillness speaks.* New World Library.
26. Lau MA, Bishop SR, Segal ZV, Buis T, Anderson ND, Carlson L, Shapiro S, Carmody J, Abbey S, Devins G. The Toronto Mindfulness Scale: development and validation. *J Clin Psychol.* 2006 Dec;62(12):1445-67. doi: 10.1002/jclp.20326. PMID: 17019673.
27. Moore, A., Gruber, T., Derose, J., and Malinowski, P. (2012). Regular, brief mindfulness meditation practice improves electrophysiological markers of attentional control. *Front. Hum. Neurosci.* 6:18. doi: 10.3389/fnhum.2012.00018
28. Malinowski, P. (2012). “Mechanisms of mindfulness. How meditation fosters positive psychological change[.]” *A Buddhist concept conquers science*, eds M. Zimmermann, C. Spitz, and S. Schmidt (Berlin: Hans Huber), 91–100.
29. Brown, K. W., Ryan, R. M., and Creswell, J. D. (2007). Mindfulness: theoretical foundations and evidence for its salutary effects. *Psychol. Inq.* 18, 211–237.

## Student perception of inclusive teaching practice at UABCS-DASC

A. Alejandro Leyva-Carrillo<sup>1</sup>, Mónica A. Carreño-León<sup>2</sup>, J. Andrés Sandoval-Bringas<sup>3</sup>, Italia Estrada-Cota<sup>4</sup>, German Espinoza-Monteverde<sup>5</sup>

Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Departamento Académico de Sistemas Computaciones  
La Paz B.C.S. México.

{aleyva<sup>1</sup>, mcarreno<sup>2</sup>, sandoval<sup>3</sup>, iestrda<sup>4</sup>, gespinoza<sup>5</sup>}@uabcs.mx

**Abstract.** Inclusive university education has gained relevance in recent years, interest was awakened and became widespread due to the increase in the arrival of students with special educational needs and/or a disability to the classrooms. The objective is to analyze the student perception of inclusive teaching practice at the Autonomous University of Baja California Sur. The present research, with a quantitative approach, descriptive cross-sectional, with non-probabilistic sampling for convenience, the population in the Academic Department of Computer Systems is (n=650), sample of (n=179) students, confidence level of 95%, and margin of error of +/- 6.46%, it also presents a Cronbach reliability coefficient ( $\alpha=91$ ), to collect the information a tested and valid instrument was used in Questions about UNiversity and DIScapacity, this questionnaire was applied online in Google Form with 30 items on a Likert scale. The results show that the students perceive inclusive teaching practice at a medium level, which indicates something positive, and of great motivation, for those who manage the academic department; In conclusion, positive perception will strengthen the students' self-esteem, foster an environment of respect and collaboration, and improve academic performance as everyone feels valued and accepted in the university environment.

**Keywords:** Educational inclusion, Inclusive teaching practice, University inclusion.

### 1 Introducción

La inclusión de personas con Necesidades Especiales Educativas (NEE) y/o discapacidad en diferentes partes e instituciones educativas se encuentran en el foco de las agendas públicas [1].

Es por ello, que hoy por hoy, la universidad inclusiva juega un papel fundamental en el desarrollo de una sociedad justa y equitativa. La importancia de la universidad inclusiva radica en la capacidad para brindar igualdad de oportunidades educativas a todas las personas, independientemente de su origen socioeconómico, género, etnia, discapacidad u otras características personales [2].

Por otro lado, en el mismo orden de ideas, la universidad inclusiva debe garantizar que todos los individuos tengan la oportunidad de adherirse a la educación universitaria, independiente de las barreras que puedan enfrentar [3]. Esto implicando ofrecer

programas educativos de flexibles, becas, y apoyos para el estudiantado con NEE y/ con discapacidad.

Además, la universidad inclusiva no solo beneficia al estudiantado, sino que también enriquece a toda la comunidad universitaria y a la sociedad en general. Al fomentar la interacción entre personas con experiencias y perspectivas diversas, se generan debates más profundos, se estimula la creatividad y se robustece la resiliencia ante los desafíos del mundo actual.

En el presente estudio se busca develar la percepción del estudiantado universitario sobre la práctica docente inclusiva, en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), dentro del Departamento Académico de Sistemas Computacionales (DASC), en México, con la intención de conocer el sentir del estudiantado ante el conocimiento y experiencias alcanzadas dentro del aula de clases en la universidad.

## **2 Conceptualización**

### **2.1 Cultura inclusiva**

La percepción de aceptación por parte del estudiantado con NEE y/o discapacidad, corresponde con sus experiencias de interacciones positivas con otros. En sí, donde se sienten respetados y tratados de forma similar a sus iguales, perciben aceptación por parte del grupo y pertenencia a dicho ambiente [4].

Es así que para, en [5] citado en [6], donde se menciona la cultura inclusiva desde una perspectiva escolar, se afirma que es desarrollar valores inclusivos compartidos por todo el personal de la institución educativa, estudiantado, miembros del consejo escolar y familias, es cuando, plantean qué, para que se desarrolle una cultura inclusiva, es necesario la creación de una comunidad escolar segura, acogedora, colaboradora y estimulante en la que toda persona sea tomada en cuenta y se promuevan valores inclusivos.

Además, una cultura inclusiva debe ser una vestidura que abarque todas las oportunidades educativas que están y estarán diseñadas para abordar los contrastes de aprendizaje particulares de todo el estudiantado, llevando a cabo una permuta de actitud y relaciones por todos los implicados en el ente escolar [7].

### **2.2 Práctica docente inclusiva**

Un docente formado para la inclusión educativa necesita contar con una amplia y sólida formación pedagógica, en palabras de Calvo menciona que deben contar con las competencias que lleven a flexibilizar los espacios de enseñanza y de aprendizaje y formar, a partir de propuestas que reconozcan las capacidades cognitivas y expresivas de los niños, niñas y jóvenes de sectores vulnerables [8].

Por otro lado, para lograr una práctica docente inclusiva, según [9] citado en [10], será aquel docente que esté listo para preparar adecuadamente a todo el estudiantado de manera eficaz e integral, y pueda gestionar el aula de clase según las necesidades particulares.

Además, las buenas prácticas docentes inclusivas según [11], son aquellas que proporcionan programas de alta calidad educativa para todos sin excepciones y, además, se centran en la presencia, participación y logros del estudiantado. Conocer y describir estas buenas prácticas puede ayudar a identificar los factores que influyen directamente en promocionar avances inclusivos en el sistema educativo.

Finalmente, el enfoque de la educación inclusiva llevada a la práctica docente inclusiva se basa en la estimación de la diversidad multicultural, multilingüista y otros enfoques, con la finalidad de vigorizar los valores y la autoestima del estudiantado los estudiantes, y mejorar sus perspectivas de vida, siempre centrado en la labor docente y en brindar apoyo a todo el estudiantado [12].

### **3 Materiales y Método**

Esta investigación tiene como objetivo general de conocer la percepción estudiantil sobre la práctica docente inclusiva en la UABCS-DASC, la cual se realizó mediante un enfoque investigación cuantitativa, descriptiva, de corte transversal [13]. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia [13],[14]; la población fue dentro del DASC, con (n=650) estudiantado inscrito en el periodo lectivo 2024-I, esta investigación presentó una muestra de (n=179) estudiantes, en el cual se alcanzó un nivel de confianza del 95%, y margen de error de +/- 6.46%, además presenta un coeficiente de confiabilidad de Cronbach del ( $\alpha=90$ ), según criterio tomado de [15], representando un coeficiente aceptable para este estudio, ver tabla 1.

Para la recolección de la información se ajustó y utilizó un instrumento probado y valido en Cuestiones sobre UNiversidad y DIScapacidad [16],[17],18] llamado “Escala CUNIDIS” reestructurado en su investigación en [19], manteniendo la misma consistencia, esta escala permite a las instituciones de educación superior identificar áreas en las que pueden mejorar para garantizar que el estudiantado con NEE y/o discapacidades tengan igualdad de acceso y oportunidades en su experiencia universitaria. Esta escala esta dimensionada en 4 ejes principales: a) acceso a la información y comunicación, b) servicios de apoyo y atención personalizada, c) sensibilización y capacitación del personal, d) inclusión social y participación estudiantil, este instrumento tomado de los autores antes mencionado.

El instrumento se aplicó en línea en google form ajustándose a 30 items en escala de Likert (1 al 5), en donde los valores asignados fueron: (1) totalmente en desacuerdo, (2) poco de acuerdo, (3) de acuerdo, (4) muy de acuerdo y (5) totalmente de acuerdo; las particularidades de la encuesta para investigación fueron de carácter voluntario, y que valora la percepción del estudiantado encuestado con respecto a la práctica docente inclusiva. Además, se ajustó el cuestionario para lograr el objetivo particular del estudio solo en tres dimensiones, manteniendo la consistencia de confiabilidad, también, se agregaron 4 variables de identificación sociodemográficas como: sexo, edad, turno inscrito, semestre inscrito. La encuesta se envió por medio de WhatsApp a través de los jefes de grupo para que fuera distribuida, y llenada entre sus compañeros de grupo. Para el análisis de la información esta se llevó a cabo en Microsoft Excel [20] por su simplicidad de uso, además se corroboraron los elementos de la estadística descriptiva, y se elaboraron las gráficas a través de DATAtab [21] que es un software estadístico basado en web, muy fácil de usar.

**Tabla 1.** Coeficiente de confiabilidad de Cronbach.

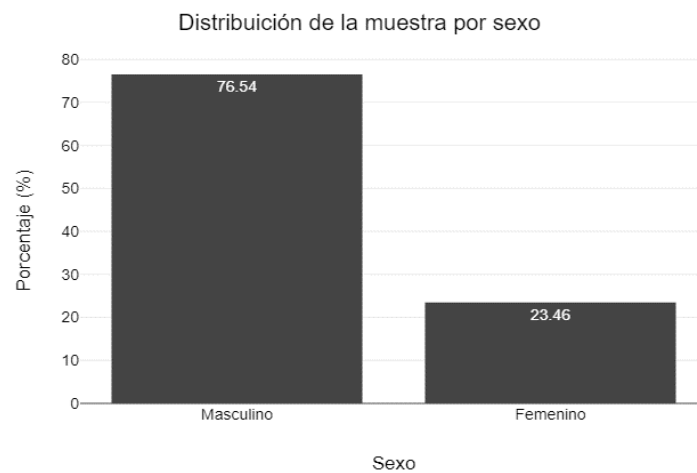
Alfa Cronbach	Número de ítems
0.91	30

## 4 Resultados

A continuación, se sustentan los datos en base a los resultados obtenidos y se presentan los valores de la estadística descriptiva que se llevó a cabo, en relación a los datos obtenidos del estudiantado en el muestreo realizado en el periodo de clases 2024-I, con respecto a la práctica docente inclusiva en la UABCS-DASC, la cual se presentan mediante elementos gráficos, y cuadros que describen los resultados importantes del estudio.

### 4.1 Datos sociodemográficos

En la figura 1, se presentan los datos obtenidos del estudio en el cual el (76.54%) corresponden al sexo masculino de los encuestados, mientras el (23.46%) pertenece al sexo femenino; en cuanto al rango de edades de los encuestados, la frecuencia y distribución se muestra en la tabla 2.



**Fig. 1.**

Distribución de la muestra por sexo. (Elaboración Propia).

**Tabla 2.** Tabla de frecuencia de rango de edades

Rango de edades	f	Porcentaje(%)
18...19 años	61	34%
20...21 años	72	40%
22...23 años	31	17%
24...25 años	9	5%
26...29 años	6	3%

Con respecto a la distribución de la muestra por semestre, se encontró que el (56.42%) corresponde al 4to. semestre, (18.43%) al 2do., el (17.31%) al 8vo., y un (7.82%) al 6to. semestre, estos resultados se obtuvieron del estudiantado que respondieron la encuesta de manera voluntaria. Por otro lado, para complementar estas cuatro variables adicionales de identificación, se expresa que el (81%) de los encuestados pertenecen al turno matutino, mientras el (19%) al turno vespertino.

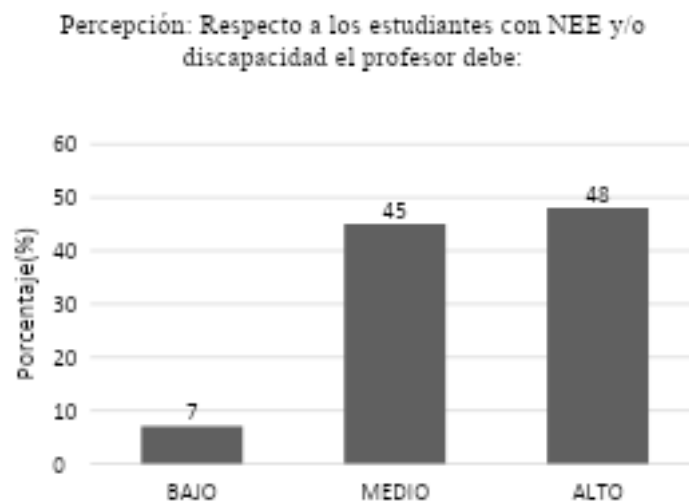
#### **4.2 Dimensión 1: percepción hacia adaptaciones en las asignaturas.**

En cuanto a esta dimensión donde el estudiante brindó su sentir sobre las adaptaciones curriculares que el docente universitario del UABCS-DASC debe realizar según su percepción, en la tabla 3 se observan las frecuencias y los porcentajes correspondientes a esta dimensión, en donde se observa que el estudiantado encuestado tiene un nivel alto con el (48%) de percepción inclusiva hacia las adaptaciones en las asignaturas, por parte del docente, mientras un (45%) se distingue en nivel medio, y tan solo el (7%) un nivel bastante bajo con percepción poco inclusiva.

En la figura 2, se observa a través de un gráfico, el comportamiento mediante la escala de valoración de baremos para esta dimensión 1.

**Tabla 3.** Tabla de frecuencia sobre la percepción estudiantil en la dimensión 1.

Dimensión 1	f	%
Bajo	12	7%
Medio	81	45%
Alto	86	48%
Totales	17	100%



Alfa Cronbach	Número de ítems
0.92	10

**Fig. 2.** Percepción respecto al estudiantado con NEE y/o discapacidad el profesor debe: (Elaboración propia).

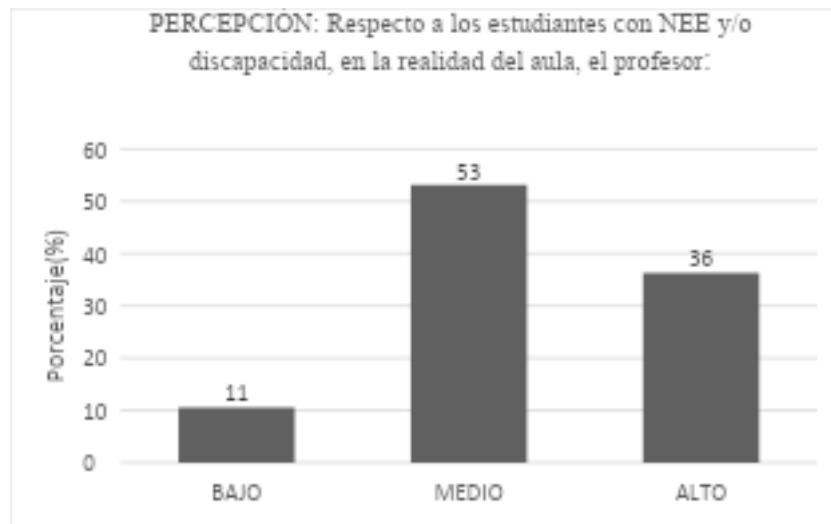
#### 4.3 Dimensión 2: percepción hacia la práctica docente.

Con respecto a la dimensión 2, en la tabla 4 se muestran los resultados de las frecuencias y porcentajes de la muestra, en donde poco más de la mitad del estudiantado con (53%) percibe la práctica docente del UABCS-DASC, con un nivel medio de inclusión, mientras, solo el (36%) señala la práctica docente con nivel de inclusión alto, y solo el (11%) de los encuestados, manifiestan una práctica docente poco inclusiva.

Del mismo modo, en la figura 3 se observa, la escala de valoración de baremos para los puntajes obtenidos en esta dimensión 2.

**Tabla 4.** Tabla de frecuencia sobre la percepción estudiantil dimensión 2.

Dimensión 2	f	%
Bajo	19	11%
Medio	95	53%
Alto	65	36%
Totales	179	100%



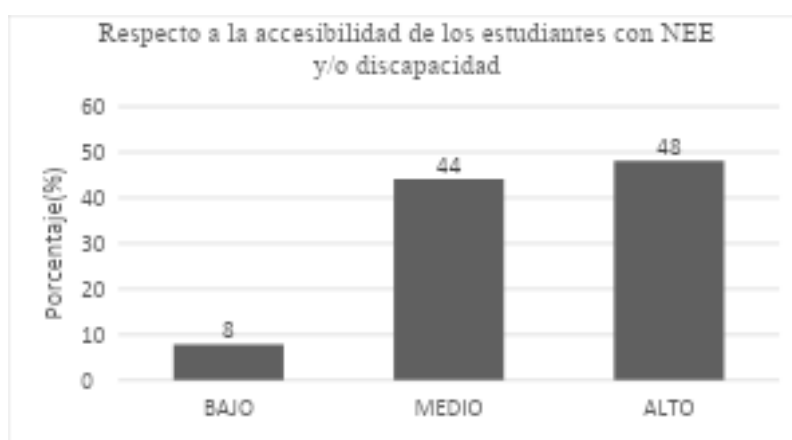
**Fig. 3.** Percepción estudiantil respecto al estudiantado con NEE y/o discapacidad, en la realidad del aula, el profesor: (Elaboración propia).

#### **4.4 Dimensión 3: percepción sobre la accesibilidad del estudiantado con NEE y/o discapacidad.**

En esta dimensión se observan en la tabla 5, las frecuencias y los porcentajes obtenidos, con respecto a la dimensión 3, en donde se valoró la accesibilidad del estudiantado con NEE y/o discapacidad, resultando que el (48%) percibe un nivel alto de accesibilidad y participación, mientras un (44%) observa un nivel medio, y tan solo el (8%) se distingue con un nivel bajo (ver fig. 4).

**Tabla 5.** Tabla de frecuencia sobre la percepción estudiantil dimensión 3.

Dimensión 3	f	%
Bajo	14	8%
Medio	79	44%
Alto	86	48%
Totales	179	100%



**Fig. 4.** Percepción estudiantil con respecto a la accesibilidad del estudiantado con NEE y/o discapacidad (Elaboración propia).

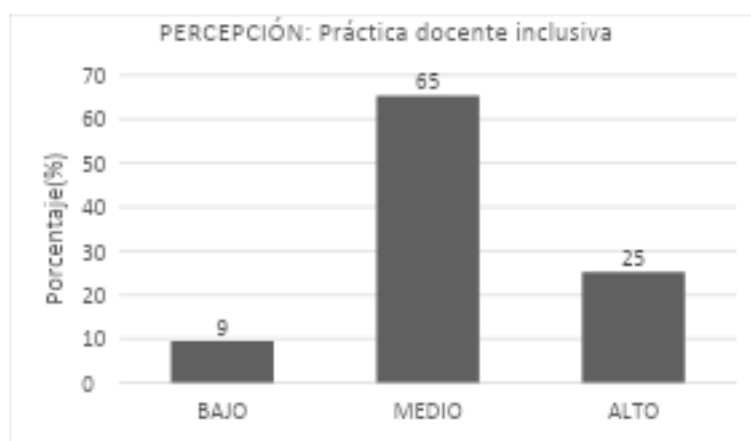
#### 4.5 Resultados de práctica docente inclusiva

De forma global, agrupando todas las dimensiones (1,2 y 3) del instrumento de medición adaptado y utilizado, se observa en la tabla 6, las frecuencias y porcentajes de la variable del objetivo general de esta investigación, de conocer la percepción estudiantil sobre la práctica docente inclusiva en la UABCS-DASC, en donde la práctica docente inclusiva se percibe con un nivel medio del (65%), mientras el (25%) valora la práctica docente inclusiva como alto, y solo el (9%) manifiesta su percepción con un nivel bajo de inclusión.

En la figura 5 se observan de forma gráfica los resultados globales de la variable de objeto de este estudio, obtenidos mediante la escala de valoración de baremos.

**Tabla 6.** Tabla de frecuencia sobre la percepción estudiantil sobre la práctica docente inclusiva en la UABCS-DASC.

Práctica Docente inclusiva	f	%
Bajo	17	9%
Medio	117	65%
Alto	45	25%
Totales	179	100%



**Fig. 5.** Percepción estudiantil sobre la práctica docente inclusiva en la UABCS-DASC (Elaboración propia).

## 5 Conclusiones

Basado en los hallazgos de esta investigación, se puede concluir que las prácticas docentes inclusivas en UABCS-DASC ha demostrado ser principalmente positiva. Aunque se observaron algunos aspectos que podrían mejorarse para alcanzar un nivel óptimo de inclusión, los resultados indican que estas prácticas han generado impactos significativos en la experiencia educativa del estudiantado. Estos hallazgos subrayan la importancia de seguir desarrollando y robusteciendo estrategias inclusivas en el entorno universitario, con el objetivo de maximizar el acceso, la participación y el éxito académico de todo el estudiantado, independientemente de las necesidades individuales.

La inclusión no es una simple cuestión organizativa, curricular o metodológica; es una manera distinta de entender y practicar la educación, que propone y exige

metodologías didácticas, propuestas curriculares y modelos organizativos donde puedan aprender juntos alumnos diferentes. La educación inclusiva se fundamenta en tres principios claves: la calidad, la equidad y la inclusión [22].

Los docentes desarrollados con inclusión educativa requieren tener capacidades para el trabajo en equipo, y para conformar grupos multidisciplinarios, en aras de favorecer una comprensión y una atención integral a la vulnerabilidad [8].

Finalmente, en el DASC de la UABCS empezó a trabajar, en el año 2018, fuertemente con la capacitación a su planta docente, en temas de inclusión educativa, lo que ha transformado a los docentes de este Departamento, permitiendo con ello que este 2024 ya se vea reflejada esta práctica docente solidaria, con trabajo equipo, empatía, respeto, y compromiso por parte del profesorado, para quienes desean seguir continuando sus estudios universitarios, y que presenten o no alguna discapacidad y/o NEE.

## References

1. Feldman, M. A., Battin, S. M., Shaw, O. A., & Luckasson, R.: Inclusion of children with disabilities in mainstream child development research, *Disability & Society*, 28(7), 997-1011. doi: 10.1080/09687599.2012.748647, (2013).
2. SEP: Modelo Educativo: Equidad e Inclusión, disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/283701/E\\_Equidad-e-inclusion\\_0717.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/283701/E_Equidad-e-inclusion_0717.pdf), México, SEP.(2017).
3. Pérez-Castro, J.: La inclusión de los estudiantes con discapacidad en dos universidades públicas mexicanas. *Innovación educativa* (México, DF), 19(79), 145-170. (2019).
4. Gudiño, M. R., Río, C. J., & Calle, R. C.: La percepción de los alumnos como indicador de inclusión educativa. *Educación XX1*, 25(1), 257-379.(2022).
5. Booth, T., Black-Hawkins, K., & Ainscow, M.: Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva. Madrid: Consorcio Universitario para la Educación Inclusiva. (2002).
6. Cansino, P. A. P.: Inclusión educativa y cultura inclusiva. *Revista de Educación Inclusiva*, 10(2), 213-226. (2017).
7. Loaiza, R.C.: La cultura de la diversidad: en el telón de fondo de la inclusión en la educación de, con y para todos. *Plumilla Educativa*, 8, 166- 175, (2011).
8. Calvo, G.: La Formación De Docentes Para La Inclusión Educativa. *Páginas de Educación*, 6(1), 19-35. Recuperado en 12 de junio de 2024, de [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-74682013000100002&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-74682013000100002&lng=es&tlng=es), (2013).
9. Sáenz de Jubera Ocón, M. M., & Chocarro de Luis, E.: La Atención a la diversidad desde la perspectiva del profesorado. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(82), 789-809,(2019).
10. Laspina-Olmedo, Tania, & Montero, Delfín: Competencia inclusiva en la práctica docente: análisis bibliográfico y propuesta de categorización. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 18(2), 177-186. <https://doi.org/10.17163/alt.v18n2.2023.02>,(2023).
11. Guasp, J. J. M., Ramón, M. R. R., & De la Iglesia Mayol, B., Buenas prácticas en educación inclusiva. *Educatio siglo XXI*, 34(1 Marzo), 31-50.,(2016).
12. Minedu: Plan de tutoría, orientación educativa y convivencia escolar 2019. Lima: Ministerio de Educación del Perú. Recuperado de [https://www.ugel05.gob.pe/documentos/3\\_12marzo2019\\_PLAN\\_DE\\_TOECE\\_2019\\_IE\\_versi%C3%B3n\\_PDF.pdf](https://www.ugel05.gob.pe/documentos/3_12marzo2019_PLAN_DE_TOECE_2019_IE_versi%C3%B3n_PDF.pdf), (2019).

13. Hernández F., Fernández C. y Batista: Metodología de la investigación, 5 ed., (2010).
14. Cardona, M. : Introducción a los Métodos de Investigación en Educación., Madrid. (2002).
15. George, D., & Mallery, P.: SPSS for Windows step by step, A simple guide and reference. (2003).
16. Muñiz, J. & Fonseca-Pedrero: Construcción de instrumentos de medida para la evaluación universitaria, Revista de Investigación en Educación, vol. 5, pp. 13-25. (2008)
17. Prat, Remei y Doval E.: Construcción y análisis de escalas”, en Jean Pierre Lévy y Jesús Varela (coords.), Análisis multivariable para las ciencias sociales, Madrid, Prentice Hall, pp. 43-90.(2003).
18. Vallejo P.: Medición de actitudes en Psicología y educación. Gráficas Ormag, (2006).
19. Rodríguez-Martín, A., & Álvarez-Arregui, E.: Universidad y discapacidad Actitudes del profesorado y de estudiantes. Perfiles educativos, 37(147), 86-102.,(2015).
20. Excel, M. S.: Microsoft Excel. Denver Co., USA. (2007).
21. DATAtab: Online Statistics Calculator. DATAtab e.U. Graz, Austria. URL <https://datatab.net>, (2024).
22. Entradas, V. M.: Educación Inclusiva. Una apuesta al futuro. Productos Y Servicios Psicopedagógicos Digitales Para La Inclusión Escolar. <https://yosoyigualydiverso.wordpress.com/2021/06/18/educacion-inclusiva-una-apuesta-al-futuro/>, (2021).

# The mediating role of Engagement with TikTok between addiction, evasion, and digital readiness in school engagement in secondary students

Gutierrez-Aguilar, O.<sup>1</sup>[0000-0002-6657-7529], Chicana-Huanca, S.<sup>1</sup>[0000-0002-9676-1386],  
Ontiveros-Aparicio, W.<sup>1</sup>[0000-0002-4135-6316], Gutierrez-Aguilar, A.<sup>1</sup>[0000-0002-2916-2957] and  
Duche-Pérez. A.<sup>1</sup>[0000-0001-9905-1489]

<sup>1</sup>Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú  
ogutierrez@ucsm.edu.pe, schicanah@ucsm.edu.pe,  
wontiveros@ucsm.edu.pe, agutierrez@ucsm.edu.pe, aduche@ucsm.edu.pe

**Abstract.** The primary focus of this study was to explore the mediating role of engagement with TikTok in the relationship between TikTok addiction, evasion, digital readiness, and school engagement among secondary students. This investigation used a structural equation modelling approach to analyse responses from 266 secondary students in Moquegua, Peru, who actively used TikTok from April to June 2024. The independent variables assessed were TikTok Addiction, Evasion, and Digital Readiness, while School Engagement served as the dependent variable. Findings from the study reveal a significant mediating effect of engagement with TikTok. While Digital Readiness and Evasion were positively linked to increased TikTok engagement, this engagement did not lead to enhanced school engagement. Instead, it appeared to have a negative effect when addiction-driven excessive TikTok use resulted in a decline in educational outcomes. This underscores a complex interplay between digital competencies, social media habits, and educational engagement, indicating that the impact of TikTok usage on education may only sometimes be beneficial. The results highlight the intricate dynamics between social media engagement and academic performance, suggesting that the role of TikTok in educational contexts, while potentially enriching, can also detract from academic success if not properly managed. This study calls for further exploration into how digital tools can be better integrated into educational settings to harness their benefits without compromising student engagement and academic achievement.

**Keywords:** Engagement with TikTok, School Engagement, TikTok Addiction, Digital Readiness, Evasion, PLS-SEM.

## 1 Introduction

In order to comprehend the relationship between TikTok engagement, school engagement, TikTok addiction, digital readiness, and evasion, insights can be drawn from several pertinent studies. TikTok's influence on student engagement within online learning environments has been observed to be potentially positive. For instance, TikTok videos have been shown to enhance online student engagement in virtual classrooms by facilitating access to information and the sharing of materials [1]. However, excessive usage may lead to addiction, adversely impacting school

engagement [2]. On the topic of TikTok, addiction is associated with increased anxiety and escapism. Students intensely using TikTok to escape from anxiety are more likely to develop addictive behaviours [3]. This addiction can negatively affect school engagement, similar to observations made with other social media platforms like Facebook [2].

Moreover, digital readiness is crucial for effective participation in Technology Enhanced Learning (TEL). Students with higher digital skills are more likely to engage actively in TEL, which is essential for their academic success [4]. However, digital skills alone do not prevent disengagement, indicating that other factors also play significant roles [4]. Social media addiction can make evasion, or the tendency to avoid obligations, worse. The escapism associated with TikTok use can lead to evasion behaviours, further negatively impacting school engagement [3]. In summary, while TikTok can enhance student engagement through its interactive and accessible content, it also poses risks of addiction and evasion, which can detract from educational engagement. Digital readiness, therefore, plays a crucial and supportive role in maximising the educational benefits of TikTok in learning contexts.

In this research on the mediating role of Engagement with TikTok between addiction, evasion, and digital readiness in school engagement in secondary students, understanding the nuances of Engagement with TikTok is crucial. According to Sharabati [5], engagement with TikTok encompasses the level of involvement, interest, and commitment that users exhibit towards the platform. This is quantified through usage time, concentration while using the app, enjoyment of the content, and creativity stimulated by the platform. Such high levels of engagement, as noted by Sharabati [5], can lead to prolonged and repetitive use, which might evolve into addictive behaviour. This addiction impacts user satisfaction with TikTok and their continued intention to use the app.

Similarly, school engagement involves the degree to which students are involved and committed to their academic activities and school environment, which is pivotal for their academic success and personal development. Engagement with TikTok could influence school engagement in various ways. For instance, the usage time on TikTok, the degree of immersion and concentration the platform demands, the entertainment it provides, and how much it fosters user creativity can all significantly affect how students engage with their academic responsibilities. Understanding the interplay between these different forms of engagement is essential for deciphering the broader impacts of TikTok usage on secondary students' educational experiences. This study explores how TikTok's engaging features, which attract and hold users' attention, may act as a double-edged sword, potentially enhancing creative skills while encouraging evasion behaviours that detract from academic engagement. Thus, exploring the mediating role of Engagement with TikTok is crucial in identifying strategies that mitigate its undesirable effects while enhancing digital readiness and academic involvement.

The integration of TikTok into educational settings presents a dual-faceted scenario. The platform's capacity to facilitate educational content delivery and foster community among learners exemplifies modern educational dynamics. For instance, the "bookmakers" phenomenon identified by Guíñez-Cabrera and Mansilla-Obando [6] illustrates TikTok's potential to promote reading and exchange literary ideas among users. This aligns with broader trends where social media platforms such as Instagram

and YouTube enhance educational outreach by bridging the gap between influencers and their followers, enriching the educational landscape [7].

Moreover, the use of TikTok for creating and disseminating educational videos offers an innovative avenue for learning, as demonstrated in studies like that of Zhang [8], where Mayer's principles of multimedia learning were effectively applied to learning Portuguese through TikTok videos. This approach not only expands access to educational resources but also actively engages students in the learning process through interactive content. Similarly, platforms such as TikTok foster virtual learning environments, which are characterized by their interactive and collaborative nature. These environments allow for an expansive, flexible, and student-centred approach to education, empowering students to participate actively in their learning journeys, communicate effectively with peers and educators, and engage in a continuous collaborative knowledge construction process. This research seeks to explore how the engaging and interactive nature of TikTok can be strategically harnessed to enhance educational outcomes while carefully navigating the challenges posed by potential addictive behaviors and evasion tendencies among students.

In modern educational settings, TikTok is increasingly pivotal in bridging virtual learning environments and students' attitudes towards learning, especially at the secondary education level [9]. The platform fosters creativity and personal expression, potentially boosting student motivation for learning activities [10]. Nonetheless, it faces challenges in managing and filtering content.

The attitudes of students towards learning within virtual environments are crucial for academic success in today's digital landscape. These attitudes, influenced by factors such as motivation, interest, and readiness to engage with digital technologies and resources [11], are also shaped by digital platforms like TikTok. While TikTok provides opportunities for engagement and expression, it also carries inherent risks. Therefore, the integration of TikTok into educational frameworks must be approached with nuance and careful consideration to fully leverage its benefits while mitigating potential drawbacks.

The link between TikTok engagement and academic engagement is multifaceted, influenced significantly by the potential for addiction to the platform. While TikTok can enhance learning through increased creativity and expression, excessive and compulsive platform use may negatively impact students' academic performance and engagement. Formulating strategies that balance social media use with academic duties is imperative to optimize benefits and reduce risks. TikTok's algorithm, which personalizes content and enhances user engagement, is critical in maintaining user interest and can contribute to addictive behaviours [5].

Building on the previous discussions, hypotheses have been developed to examine the direct effects outlined in Table 5 and explore the mediation effects presented in Table 6. These hypotheses are designed to rigorously test the dynamic interactions between TikTok usage, educational engagement, and digital readiness. The direct effects hypotheses aim to understand the immediate impact of variables such as digital readiness, TikTok addiction, and evasion on engagement with TikTok and educational outcomes. Concurrently, the hypotheses regarding indirect effects delve into how TikTok engagement mediates the relationships between these factors and educational outcomes, providing a deeper insight into the underlying mechanisms that influence student engagement in a digital learning environment. This structured approach ensures

a comprehensive analysis of both the direct influences and the complex mediating roles that TikTok plays within educational settings.

## 2 Methodology

This non-experimental and empirical study was conducted in secondary education schools in the Moquegua region, Peru. The sample consisted of 266 students of both genders: 134 females and 132 males, each representing 50%. The participants were aged between 14 and 17, with an average age of 15.62 and a standard deviation of 0.82. A specific instrument for this research was designed, involving the collaboration of a multidisciplinary team of academics and social researchers.

The study variables are Engagement with TikTok (F), School Engagement (AE), TikTok Addiction (EA), Digital Readiness (DR), and Evasion (E). The instrument developed to measure these variables includes a series of items assessed using a 5-point Likert scale, where 1 stands for "strongly disagree", 2 for "disagree", 3 for "neutral", 4 for "agree", and 5 for "strongly agree". This scale allows for detailed responses from participants, reflecting the degree of agreement or disagreement with each statement.

Before its definitive application, it is crucial to assess the reliability and consistency of the instrument. A preliminary test was conducted with 100 students using an exploratory factor analysis (EFA), followed by a confirmatory factor analysis (CFA) (Mueller & Hancock, 2001). This rigorous testing process, which you, as esteemed academics, are familiar with, ensured the reliability and validity of the instrument. Once established, it was administered to the students with their prior consent during April to June 2024.

**Table 1.** Reliability indices

Variable	$\alpha$	$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$	AVE
Evasion (E)	0.80	0.82	0.82	0.82	0.54
TikTok Addiction (EA)	0.85	0.85	0.85	0.86	0.59
Engagement with TikTok (F)	0.90	0.90	0.90	0.90	0.65
School Engagement (AE)	0.80	0.80	0.80	0.81	0.45
Digital Readiness (DR)	0.83	0.84	0.84	0.84	0.53

The reliability indices presented in Table 1 demonstrate the internal consistency of the instruments used to measure each variable in the study. Evasion (E) and TikTok Addiction (EA) show strong reliability with Cronbach's alpha values of 0.80 and 0.85, respectively, and omega values consistently above 0.80, indicating coherent item responses. Engagement with TikTok (F) displays exceptionally high reliability, with an alpha of 0.90 and a corresponding omega, signifying excellent internal consistency, and an AVE of 0.65, the highest in the dataset, suggesting that the scale items effectively capture the variance in engagement. School Engagement (AE), although having a good alpha of 0.80, has a concerning AVE of 0.45, which might indicate the need for revising the scale items or considering additional factors influencing the measurements. Digital Readiness (DR) also shows good reliability with an alpha of 0.83 and omega values around 0.84, with an AVE of 0.53, indicating a reasonable proportion of variance explained by the scale items. Overall, except for School Engagement, the scales

demonstrate good to excellent internal reliability and adequate AVE, supporting their validity in measuring the intended constructs.

### 3 Results

The confirmatory factor analysis (CFA) results, as shown in Table 2, provide robust support for the user model's fit compared to the baseline model, highlighting its suitability in evaluating the intended constructs. The Comparative Fit Index (CFI) and the Bollen's Incremental Fit Index (IFI) both yielded excellent values of 0.93 and 0.92, respectively, suggesting that the model has a strong and appropriate fit with the data. Similarly, the Tucker-Lewis Index (TLI) and the Bentler-Bonett Non-normed Fit Index (NNFI) reported values of 0.92 and 0.93, respectively, further affirming the model's adequacy. The Relative Noncentrality Index (RNI) also mirrored these findings with a value of 0.93. Even the more conservative indices such as the Bentler-Bonett Normed Fit Index (NFI) and Bollen's Relative Fit Index (RFI) indicated satisfactory model fits with values of 0.90 and 0.89, respectively. Lastly, the Parsimony Normed Fit Index (PNFI) stood at 0.85, suggesting that the model effectively balances simplicity and explanatory power, making it not only robust but also parsimoniously sound for capturing the dynamics of the constructs studied. These indices collectively underscore the structural validity of the model, confirming its efficacy in representing the data and under.

**Table 2.** User model versus baseline model

Fit Index	Model
Comparative Fit Index (CFI)	0.93
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.92
Bentler-Bonett Non-normed Fit Index (NNFI)	0.93
Relative Noncentrality Index (RNI)	0.93
Bentler-Bonett Normed Fit Index (NFI)	0.90
Bollen's Relative Fit Index (RFI)	0.89
Bollen's Incremental Fit Index (IFI)	0.92
Parsimony Normed Fit Index (PNFI)	0.85

Table 3 provides a comprehensive overview of the reliability and validity metrics for the constructs measured in this study, including Cronbach's alpha, composite reliability ( $\rho_a$  and  $\rho_c$ ), and Average Variance Extracted (AVE). The results reflect high internal consistency and reliability across all constructs. Digital Readiness (DR) shows a Cronbach's Alpha of 0.818 and composite reliabilities of 0.825 ( $\rho_a$ ) and 0.880 ( $\rho_c$ ), all indicative of excellent reliability. The AVE for this construct is 0.647, surpassing the standard threshold of 0.5, which substantiates good construct validity. Similarly, Engagement with TikTok (F) records an outstanding Cronbach's Alpha of 0.899, with  $\rho_a$  and  $\rho_c$  values at 0.903 and 0.926, respectively, demonstrating the construct's highly reliable measurement. Its AVE of 0.714 further underscores an exceptional level of construct validity.

Further analysis shows Evasion (E) with a Cronbach's Alpha of 0.827 and composite reliabilities of 0.828 ( $\rho_a$ ) and 0.896 ( $\rho_c$ ), confirming excellent reliability,

alongside the highest AVE of 0.742 among the constructs, providing robust evidence of validity. School Engagement (AE) exhibits a Cronbach's Alpha of 0.779, with rho\_a and rho\_c values at 0.810 and 0.854, respectively, suggesting good reliability, and an AVE of 0.594, indicating adequate validity. TikTok Addiction (EA) also shows strong internal consistency with a Cronbach's Alpha of 0.868, composite reliabilities of 0.882 (rho\_a) and 0.904 (rho\_c), and an AVE of 0.654, confirming that a significant portion of the variance in observed variables is due to the construct itself. Collectively, these metrics affirm that the constructs are both reliable and valid, demonstrating robustness and effectively capturing the intended psychological phenomena for further analysis within the research framework.

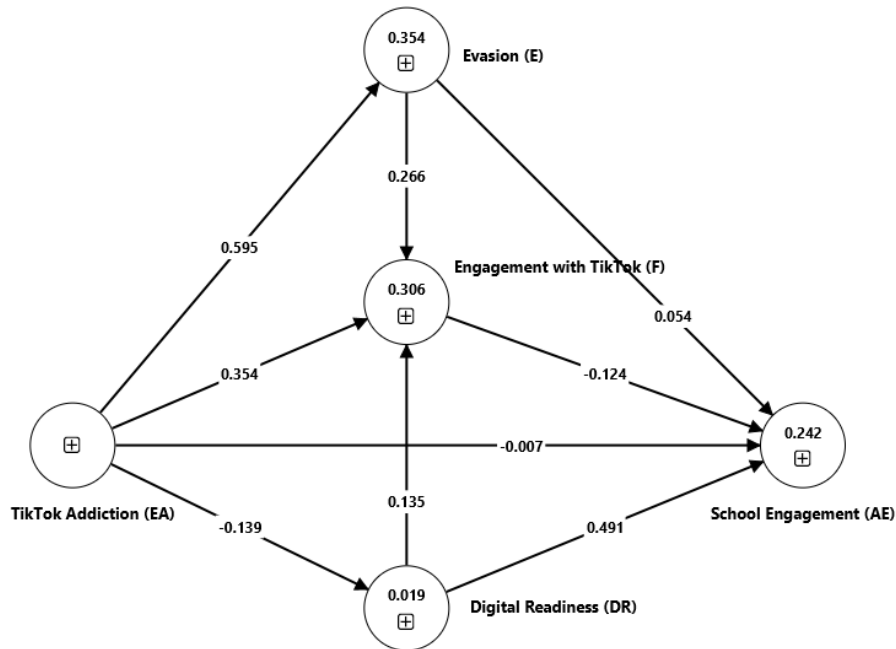
**Table 3.** Construct reliability and validity - Overview

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Composite reliability (rho_c)	Average variance extracted (AVE)
Digital Readiness (DR)	0.818	0.825	0.880	0.647
Engagement with TikTok (F)	0.899	0.903	0.926	0.714
Evasion (E)	0.827	0.828	0.896	0.742
School Engagement (AE)	0.779	0.810	0.854	0.594
TikTok Addiction (EA)	0.868	0.882	0.904	0.654

Table 4, which presents the Heterotrait-Monotrait (HTMT) ratio of correlations for the constructs measured in this study, reveals strong discriminant validity across all constructs. The HTMT ratios are all below the threshold of 0.85, suggesting that each construct is distinct and well-separated from the others. Notably, Digital Readiness shows very low HTMT ratios with Engagement with TikTok (0.140), Evasion (0.128), and TikTok Addiction (0.196), indicating excellent discriminant validity. Similarly, Engagement with TikTok and TikTok Addiction are significantly distinct, as evidenced by a ratio of 0.547. The highest observed ratio is between Evasion and TikTok Addiction at 0.679, yet it remains below the threshold, supporting that while related, they are distinct constructs. This clear differentiation among constructs confirms that each is unique and well-defined within the study, ensuring robust construct validity for the model used.

**Table 4.** Heterotrait-monotrait (HTMT) ratio of correlations

	(DR)	(F)	(E)	(AE)	(EA)
Digital Readiness (DR)					
Engagement with TikTok (F)	0.140				
Evasion (E)	0.128	0.529			
School Engagement (AE)	0.563	0.107	0.161		
TikTok Addiction (EA)	0.196	0.547	0.679	0.163	



**Fig.1.** Path diagram – Structural Equation Modeling.

Figure 1 is a graphical representation of the proposed model and presents the results of the relationship between the latent variables and the observed variables. The model elucidates the mediating role of "Engagement with TikTok (F)" within the structural paths, highlighted by various coefficients that reveal both direct and mediated interactions among the constructs. The direct paths from "Digital Readiness (DR)" to "Engagement with TikTok (F)" and subsequently to "School Engagement (AE)" indicate a minimal positive influence, signified by a coefficient of 0.019. This suggests that while digital readiness can lead to increased engagement on TikTok, its direct impact on enhancing school engagement through TikTok is marginal. However, a slight positive mediated effect (0.054) through TikTok engagement hints that digital skills might marginally counterbalance the negative effects of extensive TikTok use on educational engagement.

Further analysis reveals that "Evasion (E)" exerts a moderate positive impact on "Engagement with TikTok (F)" with a coefficient of 0.266, suggesting that evasive behaviours might elevate engagement levels with TikTok, potentially leading to reduced school engagement, as indicated by a small negative path coefficient of -0.124. On the other hand, "TikTok Addiction (EA)" shows a substantial positive relationship with "Engagement with TikTok (F)" (0.354), which in turn has a complex relationship with "School Engagement (AE)." Although there is a direct positive influence (0.135) and an indirect positive influence (0.242) through digital readiness, the overall negative effect of TikTok engagement on school engagement suggests that increased platform engagement could be detrimental to educational outcomes unless moderated by significant digital competence. These interpretations, supported by the determination coefficients ( $R^2$ ) for each dependent variable, are essential for validating the mediation

hypotheses and underline the need to consider additional variables that might explain more variance in the model, thereby potentially altering these mediated relationships.

**Table 5.** Specific direct effects - mean, STDEV, T values and P values

Hypothesis	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics ((O/STDEV))	P values
H1 Digital Readiness (DR) -> Engagement with TikTok (F)	0.135	0.137	0.054	2.480	0.013
H2 Digital Readiness (DR) -> School Engagement (AE)	0.491	0.494	0.059	8.335	0.000
H3 Engagement with TikTok (F) -> School Engagement (AE)	-0.124	-0.127	0.075	1.651	0.099
H4 Evasion (E) -> Engagement with TikTok (F)	0.266	0.267	0.074	3.579	0.000
H5 Evasion (E) -> School Engagement (AE)	0.054	0.058	0.078	0.696	0.487
H6 TikTok Addiction (EA) -> Digital Readiness (DR)	-0.139	-0.139	0.063	2.226	0.026
H7 TikTok Addiction (EA) -> Engagement with TikTok (F)	0.354	0.354	0.060	5.936	0.000
H8 TikTok Addiction (EA) -> Evasion (E)	0.595	0.597	0.040	14.746	0.000
H9 TikTok Addiction (EA) -> School Engagement (AE)	-0.007	-0.008	0.068	0.099	0.921

Table 5 provides a comprehensive overview of the direct effects measured between various constructs in a structural equation model, presenting a clear picture of how digital readiness and TikTok engagement influence educational and behavioural outcomes. Hypothesis H1, which posits that Digital Readiness (DR) positively influences Engagement with TikTok (F), is supported with an effect size of 0.135 and a significant p-value of 0.013, suggesting that enhanced digital skills can indeed lead to increased engagement on TikTok. Hypothesis H2 is strongly supported as well, showing a robust effect size of 0.491 and a p-value of 0.000, indicating that digital readiness substantially boosts school engagement. Conversely, Hypothesis H3 about the negative impact of Engagement with TikTok on School Engagement (AE) is not statistically supported, evident from its p-value of 0.099.

For Hypothesis H4, the significant positive relationship (p-value of 0.000) supports the idea that evasive behaviours increase engagement with TikTok. However, Hypothesis H5, suggesting that Evasion impacts School Engagement, is not supported (p-value of 0.487), showing negligible influence. Hypothesis H6 highlights a significant negative impact of TikTok Addiction on Digital Readiness with a p-value of 0.026, confirming that excessive use of TikTok could detrimentally affect digital competencies. Hypotheses H7 and H8 are both strongly validated with significant positive effects, demonstrating that TikTok addiction increases both Engagement with TikTok and Evasion behaviours. Finally, Hypothesis H9, which examines the impact of TikTok Addiction on School Engagement, finds no significant effect, as indicated by a p-value of 0.921. These findings underscore the complex relationships between digital readiness, TikTok usage, and educational outcomes, providing valuable insights into the dynamics of social media's impact on youth behaviour and education.

**Table 6.** Specific indirect effects - mean, STDEV, T values and P values

Hypothesis	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics ((O/STDEV))	P values
H10 Digital Readiness (DR) -> <b>Engagement with TikTok (F)</b> -> School Engagement (AE)	-0.017	-0.017	0.013	1.293	0.196

H11 Evasion (E) -> <b>Engagement with TikTok (F)</b> -> School Engagement (AE)	-0.033	-0.034	0.024	1.390	0.165
H12 TikTok Addiction (EA) -> <b>Engagement with TikTok (F)</b> -> School Engagement (AE)	-0.044	-0.045	0.028	1.563	0.118

Table 6 presents the indirect effects within a structural equation model, examining how Digital Readiness, Evasion, and TikTok Addiction impact School Engagement, mediated by Engagement with TikTok. The analysis sheds light on the nuanced roles these factors play in shaping educational outcomes via social media engagement.

The first hypothesis, H10, explores the indirect impact of Digital Readiness on School Engagement through Engagement with TikTok. The results indicate a negative indirect effect (-0.017) with a non-significant p-value (0.196), suggesting that while digital skills might increase engagement with TikTok, this does not translate into enhanced educational engagement. This could imply that the skills useful for navigating digital platforms do not necessarily correlate with positive academic behaviors, possibly due to the distracting nature of TikTok.

Hypothesis H11 and H12 further explore the roles of Evasion and TikTok Addiction, respectively, in influencing School Engagement through the mediating variable of Engagement with TikTok. Both hypotheses reveal negative effects, with H11 showing an effect size of -0.033 and a p-value of 0.165, and H12 an effect size of -0.044 and a p-value of 0.118. These findings underscore the adverse implications of increased TikTok usage driven by evasive behaviors and addiction, indicating that greater engagement with the platform may actually hinder rather than help academic involvement. Such results highlight the potential educational risks associated with social media platforms like TikTok, where increased usage does not support but rather detracts from educational engagement.

#### 4 Conclusions

The study's findings, which elucidate the complex interplay between digital readiness, social media habits, and educational outcomes, are of significant importance. With a particular focus on the mediating role of Engagement with TikTok (F), the investigation reveals that while digital readiness and TikTok usage are interconnected, their impact on educational engagement is not straightforward and tends to veer towards the negative when mediated through TikTok engagement.

Firstly, the adverse indirect effects observed across different hypotheses highlight that increased engagement with TikTok, driven by digital readiness, evasion behaviours, or addiction, does not foster but somewhat diminishes school engagement. This underscores a critical aspect of digital literacy: while students may be proficient in using digital tools and platforms like TikTok, more skills are needed to enhance their academic engagement. Instead, the lure of social media often serves as a distraction, pulling students away from educational activities and leading to poorer academic outcomes.

Moreover, the findings emphasise the need for a nuanced understanding of social media's role in the educational landscape. The mediating role of TikTok engagement reveals that interventions aimed at harnessing digital tools for educational enhancement need to consider the addictive and distracting potentials of these platforms carefully.

Schools and educators should be aware of these dynamics and look to integrate digital readiness programs that promote technical skills and encourage responsible and productive use of digital media. In conclusion, while TikTok offers a platform for digital engagement, its role in educational contexts is complex and requires careful management to maintain school engagement.

## References

1. Assad, A.: TikTok Consumption and University Student Engagement in Virtual Classrooms in Egypt. *Ubiquitous Learning* 17(1), 1-16 (2023). doi:10.18848/1835-9795/CGP/v17i01/1-16
2. Demirci, İ., Usta, F., Yıldız, B., Demirtaş, A.S.: School Burnout and School Engagement in Adolescents: The Mediator and Moderator Role of Facebook Addiction. *Eğitim ve Bilim* 45(204), 91-109 (2020). doi:10.15390/EB.2020.8377
3. Yang, Y., Adnan, H.M., Sarmiti, N.Z.: The Relationship Between Anxiety and TikTok Addiction Among University Students in China: Mediated by Escapism and Use Intensity. *International Journal of Media and Information Literacy* 8(2), 458-464 (2023). doi:10.13187/ijmil.2023.2.458
4. Bergdahl, N., Nouri, J., Fors, U.: Disengagement, engagement and digital skills in technology-enhanced learning. *Education and Information Technologies* 25(2), 957-983 (2020). doi:10.1007/s10639-019-09998-w
5. Sharabati, A.-A.A., Al-Haddad, S., Al-Khasawneh, M., Nababteh, N., Mohammad, M., Abu Ghoush, Q.: The Impact of TikTok User Satisfaction on Continuous Intention to Use the Application. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* 8(3), 125 (2022). doi:10.3390/joitmc8030125
6. Guíñez-Cabrera, N., Mansilla-Obando, K.: Booktokers: Generating and Sharing Book Content on TikTok. *Comunicar* (2022). doi:10.3916/c71-2022-09
7. Alonso, R.C., Sanchez, L., Pastor, A.T.L., García-Matilla, A.: ¿Qué Enseña El Social Media? Influencers Y Followers Ante La Educación Informal en Redes Sociales. *Revista Mediterránea De Comunicación* (2023). doi:10.14198/medcom.23658
8. Zhang, Y., Lucas, M., Bem-Haja, P., Pedro, L.: Analysis of Short Videos on TikTok for Learning Portuguese as a Foreign Language. *Comunicar* (2023). doi:10.3916/c77-2023-01
9. Gutierrez-Aguilar, O., Duche Pérez, A., Leon-Lucano, J., Cordova-Buiza, F., Chicaña-Huanca, S.: Factors that Influence Digital Identity Management in Personal Learning Environments. In: *Lecture Notes in Educational Technology*, vol. Part F2610. (2023), pp. 26-37
10. Zulli, D., Zulli, D.J.: Extending the Internet Meme: Conceptualizing Technological Mimesis and Imitation Publics on the TikTok Platform. *New Media & Society* (2020). doi:10.1177/1461444820983603
11. Rodríguez Francisco, C.: TikTok como un entorno virtual de aprendizaje. (2021).

# Educational Websites and the importance of User- Centered Design

Web redesign and customization proposals

Teresita Álvarez Robles<sup>1</sup>[0000-0002-3545-5668], Enrique Olachea Santa Ana<sup>1</sup>, Francisco Álvarez Rodríguez<sup>2</sup>[0000-0001-6608-046X], Ángel Geovani Medellín Marcial <sup>1</sup>, and Andrés Sandoval Bringas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S., 23085, México

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, 20131 Aguascalientes, Ags., México  
[alvarez88.t@gmail.com](mailto:alvarez88.t@gmail.com)

**Abstract.** The main objective of this paper is to describe the importance of considering the user-centered design (UCD) in educational sites to redesign and adapt them according to the needs of users to support both general people and users with some kind of disability and/or neurodivergence.

To carry out the objective, different tests were conducted with the main users, with different methods of evaluation of the user experience (UX) of inspection and inquiry type, the methods used were the *Heuristic Evaluation*, *CardSorting and Co-Discovery*. This test was carried out with 5 expert users and 8 users among them users with and without disabilities and/or neurodivergences, their ages ranged from 34 to 60 years old of both genders, regardless of their knowledge of technology in some cases, the users were divided into two groups: (1) expert users and (2) general users.

The instruments used consisted of evaluating the website of the International Network for Inclusive Technologies and Education (RITIE as case of study) both by experts and by general users with and without disabilities or neurodivergence. In some cases, direct observation of the user's performance of the task was used, and in the other cases recordings of the users' interaction with the website were used, both in a preliminary view (high-level prototype) and in the proposal phase (final prototype).

Based on the results, some drawbacks in the current proposals were detected, their advantages and disadvantages were analyzed, and a new redesign was carried out with the objective of providing educational sites that are accessible to users in general. Taking into account that the evaluation in the development of accessible and usable sites is mandatory to obtain a good user experience, new tests were performed, resulting in a more accessible and usable site by the targeted users, providing them with the necessary tools in terms of layout of the elements as well as accessibility, hoping to comply mostly with what is required by the UCD and user experience (UX) providing value to educational websites to

be useful, usable and used by end users.

**Keywords:** user-centered design, interaction design, disability users, user-experience, accessibility.

## 1 Introduction

Websites have become the main platform for disseminating information and facilitating communication in the scientific field. It is crucial that the information offered is of high quality and regularly updated to provide a useful service to users [1]. To achieve an effective website, it is necessary to consider several criteria and characteristics during its development. The easy accessibility and availability of these sites make them points of reference, so the information must be accurate and up to date [1].

Responsive web design focuses on the needs of the end user, adapting the site to different devices and screen sizes. Given that more than half of web traffic comes from mobile devices, it is essential that websites are compatible and present an attractive and easy-to-use visual interface [2].

Web accessibility is fundamental, allowing people with various abilities and conditions to access content without barriers. Achieving this requires applying web accessibility guidelines from the early stages of site design [3].

Adaptive interfaces adjust their design and content to the individual needs and preferences of each user. Assessing the quality of the user experience is crucial for fostering the adoption and acceptance of these systems [4]. Accessibility is particularly important in the educational environment, where web platforms must adapt to student needs to promote inclusive education [5].

This paper proposes analyzing and redesigning the website of the International Network for Inclusive Technologies and Education (RITIE) to meet user expectations and ensure equitable access through an optimal experience for all visitors. As a medium sized educational website, a user-centered design approach can influence site usability and user comprehension [6].

Despite ongoing efforts to enhance website accessibility, there remains a significant gap in adapting to the diverse needs of users and technological platforms. This digital divide severely limits access to information for people with disabilities, underscoring the pressing need to redesign existing websites that pose accessibility barriers. The goal is to ensure equitable access for all users [7].

Specialized literature puts forth methodologies for developing accessible, adaptive, and responsive websites, with a strong emphasis on inclusive design from the outset. These methodologies stress the importance of involving users throughout the

development process to meet necessary standards and deliver a superior user experience. Moreover, they advocate for website redesign as an effective strategy to address existing accessibility challenges [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12].

In this context, we propose analyzing and redesigning the RITIE website to align with user expectations, ensuring effortless access and an optimal experience for all users.

## **2 Importance of this work**

This study addresses the pressing necessity to align websites with the information consumption behaviors of contemporary users. As highlighted by recent studies [1], two-thirds of the global population now own smartphones with internet connectivity, necessitating websites that can seamlessly adapt to smaller screens and various platforms. Recognizing the importance of rigorous testing and the ongoing effort required to develop and maintain effective websites is paramount in this context.

In the case of the International Network on Inclusive Technologies and Education (RITIE), there is a notable demand for accessible information related to the exchange of knowledge and strategies in inclusive and educational technologies. RITIE actively promotes research and initiatives aimed at reducing educational disparities and improving social welfare through the adoption of inclusive technologies. However, it has become evident that RITIE's current website lacks sufficient information and requires regular updates.

Related studies [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] underscore the significance of user-centered design, emphasizing the importance of conducting multiple tests and evaluations throughout the development process to inform decision-making. In this context, redesign has emerged as a viable solution to address identified issues with the current website, presenting an opportunity to integrate enhancements that enhance the overall user experience.

Web Redesign process should prioritize user-centric approaches, leveraging behavioral insights gleaned from the existing site, usability studies, and user interaction patterns to cater effectively to user preferences and needs [8].

This study gains relevance by addressing the imperative to align the RITIE website with contemporary information consumption habits, enhance its communication and accessibility mechanisms, and implement a user-centered design strategy to optimize visitor engagement.

To effectively bridge the theoretical and practical aspects of this research, it is crucial to emphasize that adapting RITIE's website to current information consumption trends entails not only technological upgrades but also a strategic redefinition of its online

presence. This holistic approach aims not only to improve user interaction but also to bolster institutional identity and effectively disseminate its services.

In this context, applied research [1] employing a qualitative approach, such as focus groups, emerges as a cornerstone to discern user needs and expectations, thereby facilitating the successful implementation of proposed enhancements.

The redesign proposal is illustrated in Figure 1 [1].



**Fig. 1.** Redesign proposal. Source: [1].

The primary goals of the research in [1] were as follows:

- Propose final content for the web portal.
- Establish objectives, mission, and user characterization for the web portal.
- Identify necessary content for dissemination among students, teachers, and administrators on the web portal.
- Determine the human and technological resources required for the web portal.
- Design the web portal's information architecture to meet user needs.

The research concluded that involving users from the project's outset, through consultations with teachers, students, administrative staff, and focus groups including administrative managers and technology experts, was crucial.

The methods employed include:

- Cardsorting: for organizing and labeling website content.

In essence, involving users early in the development process, understanding their traits and requirements, and utilizing evaluation techniques such as focus groups, cardsorting, and heuristic tests are essential for designing effective, user-centered web systems.

Figure 2 displays the home screen of the web system developed in [9].



Fig. 2. Web application startup. Source: [4].

While one of the works mentioned focuses on redesign and the other on initial design, both emphasize the use of methodology tailored to the context. They emphasize understanding user psychology and roles, as well as the necessity of implementing an information architecture that minimizes the number of clicks required for users to access information.

In [10], the redesign of a virtual library website is illustrated, highlighting the significance of User-Centered Design. The development phases recommend prototyping tests. The work includes the statement:

"Designers themselves are more willing to throw away a paper prototype that doesn't work than to throw away a large set of electronic files" [10], as shown in Figure 3.

Fig. 3. Low-level prototype for testing. Source: [10].



Given the above, it is advisable to implement all required changes during the development phases, recognizing that user-centered design necessitates ongoing feedback from users to effectively plan necessary adjustments (see Figure 4).



Fig. 4. Final design with changes after the user testing phase. Source: [10].

To ensure adherence to critical User Experience (UX) factors and system usability, such as accessibility, intuitiveness, usability, and ease of learning, it is crucial to conduct testing early in the development stages, following user-centered methodologies.

Usability revolves around people, their satisfaction, and their ability to use and comprehend things. This concept extends beyond technology and ease of use, encompassing a deep understanding of user needs and behaviors.

In the context of redesigning RITIE's website, usability plays a pivotal role in ensuring effective and efficient information retrieval and access for users. By employing a user-centered methodology, the goal is to enhance user experience, streamline navigation and information search processes, and ensure accessibility for all users, including those with visual impairments [11].

The overarching objective is to redesign RITIE's website to improve user experience, enhance accessibility, and bolster the organization's image, utilizing principles of user-centered design and best practices in web development.

This approach has been successfully applied in related works, where a user-centered methodology has been used, with various testing and development phases to ensure an effective design and optimal user experience.

### 3 Proposed solution

Web accessibility is crucial for inclusive and usable websites for all, regardless of abilities or technologies. Considering the needs of people with disabilities from initial design stages is imperative. Addressing inclusive technologies requires understanding the global disability landscape, leading to initiatives like RITIE. RITIE convenes

experts to propose solutions benefiting this demographic, underscoring the importance of web accessibility from the start.

Many websites continue to present barriers that make it difficult to access information, underscoring the need to redesign them to improve the user experience and expand accessibility. The proposed redesign includes the gradual integration of accessible tools, based on a detailed analysis of the needs of future users with and without disabilities. Further research on accessibility is crucial to rectify known issues and promote inclusive practices by promoting disability policies among stakeholders in website planning and development.

To validate this proposal's efficacy, inspection and inquiry tests have been conducted, detailing specific user tasks to ensure optimal interaction and meaningful system feedback. These tests continually incorporate user input, ensuring a design that prioritizes user needs and preferences [2] [3] [4] [5].

The resulting website aims to be responsive and adaptable across various technological devices, adhering to accessibility and usability standards. It is essential to provide a consistent and accessible experience across all devices used by the audience.

Figure 5 illustrates the current homepage of the RITIE website.

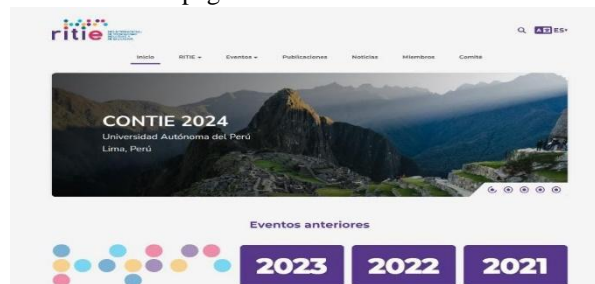


Fig. 5. Current RITIE website design. Source: Own creation.

#### 4 Redesign in the analysis and design phases using the cardsorting method

To conduct cardsorting, a questionnaire was administered to gather requirements and user profiles for the site redesign, involving 10 participants whose responses were analyzed to inform the interaction design and site structure [13].

Cardsorting entails presenting users with site navigation categories and cards representing site content, aimed at categorizing the information effectively [12].

Utilizing the existing categories from the initial site, the following menu options

were presented in the cardsorting exercise using the Optimal Workshop tool:

- Home
- News
- Members
- Conferences
- Publications

Additionally, the following cards (submenus of the main options) were included:

- Website cover image
- Welcome message
- Information about the organization
- Titles of publications and news
- Highlighted images
- Contact information
- Individual Frequently Asked Questions
- Links to downloadable documents (PDF, Word documents...)
- Links to related websites
- Events/Congresses
- Dates and times of events
- Description of each event
- Featured projects
- Membership sections
- Information on the universities that make up the organization

Hybrid cardsorting allows users to propose new categories and subcategories optionally. Notably, five of the 10 participants were experts, enhancing the value of the user-centered design process. Conducting this test aims to create an intuitive menu for users [14]. Prior to cardsorting, users must complete a pre-test essential for assessing their familiarity with similar systems, expectations, and relevant personal information for the study's purposes.

#### 4.1 Cardsorting evaluation and results

The majority of users are active members of RITIE, representing the end users. Participants are proficient in using browsers and websites, and during the cardsorting exercise, they successfully assigned the cards to the proposed categories, with Events/Conferences, Home, and Members being the most frequent, while News and Publications had less similarity.

**Tests.** revealed that few categories were initially proposed. User 3 suggested an additional 6 categories for inclusion in the system navigation, a proposal considered for potentially enhancing the original menu structure.

Figure 6 displays the standardization table presenting results from the cardsorting analysis involving 5 participants. The table outlines the categories (main menu options) and cards (submenu contents) that users grouped during the test.

Figure 7 illustrates the Participant-Centered Analysis (PCA), which was employed to examine how frequently users assigned cards to various categories during cardsorting. This analysis was instrumental in defining the optimal information architecture and content organization for the redesign of the RITIE website.

Name	Congresos	Inicio	Miembros	Noticias	Publicaci...	Not standardized
Imagen de portada del sitio w		9				
Apartado de la membresía			7		1	1
Descripción de cada evento	6			2		1
Enlaces a documentos descarg	1	1		2	4	1
Enlaces a sitios web relacionados	1			4	3	1
Eventos /Congresos	9					
Fechas y horarios de eventos	6			2		1
Imágenes destacadas	2	4	1	1	1	
Información de contacto		5	4			
Información de las universidades		1	7	1		
Información sobre la organización		7	1			1
Mensaje de bienvenida.		7		1		1
Preguntas frecuentes individuales		4		1		4
Proyectos destacados			1	2	5	1
Títulos de las publicaciones y				3	6	

Fig. 6. Standardization Table. Source: Own creation.

<b>Congresos</b>
Similar group labels:
Noticias
Imágenes destacadas
Eventos /Congresos
Fechas y horarios de eventos
Descripción de cada evento
<b>Miembros</b>
Información de contacto
Apartado de la membresía
Información de las universidades que conforman la organización
<b>Inicio</b>
Imagen de portada del sitio web
Mensaje de bienvenida.
Información sobre la organización
Preguntas frecuentes individuales
Enlaces a documentos descargables (PDF, documentos de Word, etc.)
<b>Publicaciones</b>
Títulos de las publicaciones y noticias
Enlaces a sitios web relacionados
Proyectos destacados

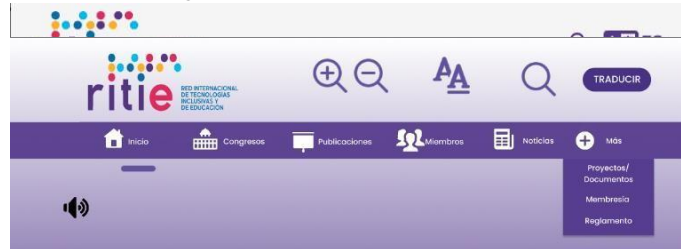
Fig. 7. PCA, final proposal of the navigation menu. Source: Own creation.

The similarity matrix displays the frequency of cards placed within categories, providing insights into potential user difficulties or preferences regarding the site layout. The PCA generated visualizes the level of consensus among users regarding the categorization of cards.

Based on the current menu depicted in Figure 8 and the findings from the cardsorting exercise, the categories of Home, Publications, News, and Members will remain unchanged. The category "Events" will be renamed to "Conferences," and a new category labeled "More" will be added. Within "More," there will be subcategories such as

"Projects/Documents," "Contact," and "Regulations" (see Figure 9).

**Fig. 8.** The current navigation menu of the RITIE website. Source: Own creation.



**Fig. 9.** Redesign of the navigation menu. Source: Own creation.

The cardsorting test engages users in the development process, offering insights into how they might interact with the website. It provides a perspective from the user's point of view, helping to determine the site's navigation structure.

## 5 Conclusions and future work

RITIE provides a platform for knowledge and education, contributing to the digital age by bridging gaps and creating opportunities. RITIE brings together people committed to accessible technologies. Participant data was crucial in defining the requirements for the redesign. Websites are critical touch points that must adapt to users and continually improve. The redesign aims to improve aesthetics and align with organizational goals, identifying challenges, analyzing results and ensuring long-term usability, adaptability and accessibility.

As future work, discovery testing and heuristic evaluation will be conducted to obtain data and perform the redesign. The discovery phase is crucial to identify objectives, requirements and functions, through critical analysis and thorough research. On the other hand, heuristic evaluation provides a simple way to test the user interface and user experience design, using established usability principles. These methods will identify usability and aesthetic issues, optimizing the web design to better engage and satisfy end users.

## References

1. G. Calvo Guillén, "Rediseño de un sitio Web como sistema de información mediante la arquitectura de información: en busca del fortalecimiento de la comunicación", *e-Ciencias Informacion*, vol. 5, n.º 1, p. 1, enero de 2015.
2. A. Pinandito, H. M. Az-zahra, L. Fanani y A. V. Putri, "Analysis of Web content delivery effectiveness and efficiency in responsive Web design using material design guidelines and User Centered Design", en *2017 Int. Conf. Sustain. Inf. Eng. Technol. (SIET)*, Malang, 24–25 de noviembre de 2017. IEEE, 2017.

- Accedido el 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/siet.2017.8304178>
3. A.M. Hernandez Burbano, "DESARROLLO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA DISEÑO WEB ADAPTATIVO", PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE SISTEMAS, 2018.]
  4. C. Mulwa, S. Lawless, M. Sharp y V. Wade, "A Web-Based Framework for User-Centred Evaluation of End-User Experience in Adaptive and Personalized E-Learning Systems", en 2011 IEEE/WIC/ACM Int. Joint Conf. Web Intell. (WI) Intell. Agent Technol. (IAT), Lyon, France, 22–27 de agosto de 2011. IEEE, 2011. Accedido el 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/wi-iat.2011.203>
  5. L. Londoño Rojas, "Diseño e implementación de estrategias para la adaptación automática de características que mejoren la accesibilidad en plataformas educativas", Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación, 2020.
  6. J. Lazar, User-Centered Web Development. Jones Bartlett Publ., 2000.
  7. Y. Hassan Montero y F. J. Martín Fernández, "A proposal of User-Centered Design methodology for the development of accessible Web sites", Rev. Espanola Doc. Cient., vol. 27, n.º 3, septiembre de 2004. Disponible: <https://doi.org/10.3989/redc.2004.v27.i3.156>
  8. J. Wu y J. F. Brown, "Website Redesign: A Case Study", Med. Reference Services Quart., vol. 35, n.º 2, pp. 158–174, abril de 2016. Accedido el 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1080/02763869.2016.1152142>.
  9. R. Guzmán, "INFORME PROYECTO DE GRADUACIÓN" Diseño de un interactivo Web, para presentación de conceptos meteorológicos a estudiantes de primer ciclo escolar costarricense", Tecnológico de Costa Rica, 2019. Pag. 9-100.
  10. J. L. Ward, "Web site redesign: the University of Washington Libraries' experience", OCLC Syst. & Services: Int. digit. library perspectives, vol. 22, n.º 3, pp. 207–216, julio de 2006. Accedido el 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1108/10650750610686252>.
  11. Park, K., & Jung, S. (Shawn). (2021). Designing inclusive Websites for people with disabilities as part of an event tourism strategic planning process. Journal of Convention & Event Tourism.
  12. L. Perurena Cancio y M. Moraguez Bergues, "Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación", Rev. Cubana de Inf. en Ciencias de la Salud. 2013 Pag. 178.
  13. Y. H. Montero, F. J. M. Fernández, D. H. Montero y Ó. M. Rodríguez, "Arquitectura de la información en los entornos virtuales de aprendizaje. Aplicación de la técnica card sorting y análisis cuantitativo de los resultados", El Prof. Informacion, vol. 13, n.º 2, pp. 93–99, marzo de 2004.
  14. T. d. J. A. Robles, B. A. M. Rodriguez, B. J. B. Irazoqui, F. J. A. Rodriguez y J. A. S. Bringas, "Analysis and Design of a serious game to support children with obesity in Mexico: Proposal of the serious game, Run Boy Go!", en 2020 3rd Int. Conf. Inclusive Technol. Educ. (CONTIE), Baja California Sur, Mexico, 28–30 de octubre de 2020. IEEE, 2020. Accedido el 11 de junio de 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1109/contie51334.2020.00035>
  15. P. Martínez Moreno, J. A. Vergara Camacho, J. Pino Herrera y I. A. Ibañez Castillo, "Evaluación Heurística de Usabilidad en Plataforma Educativa",

Tecnol. Educ. Rev. CONAIC, vol. 9, n.º 1, pp. 27–35, junio de 2022. Accedido el 3 de junio de 2024.

## Implementación de IA para la Optimización del Control de Calidad en Ambientes Industriales: Avances Preliminares

Samuel E. Flores Cruz<sup>1[0009-0002-5799-124X]</sup>, Karla A. Aguirre Huamani<sup>1[0009-0002-0841-5246]</sup>, Marysol Sulca Quinto<sup>1[0009-0004-0651-6937]</sup>, Azucena C. Zuñiga Fernandez<sup>1[0009-0005-7298-5907]</sup>, Adriana S. Aguirre Ramirez<sup>1[0009-0001-9164-3823]</sup>, Adrian F. Inca Espichan<sup>1[0009-0007-0540-5284]</sup>, Juan E. Reto Tupia<sup>1[0009-0009-4023-9634]</sup>, y Martín D. Arteaga Tupia<sup>1[0000-0002-2167-0295]</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autonoma del Peru, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa El Salvador, Lima, Perú

[sfloresc@autonoma.edu.pe](mailto:sfloresc@autonoma.edu.pe), [aguirrekarni21@autonoma.edu.pe](mailto:aguirrekarni21@autonoma.edu.pe),  
[msulcaq@autonoma.edu.pe](mailto:msulcaq@autonoma.edu.pe), [azunigaf@autonoma.edu.pe](mailto:azunigaf@autonoma.edu.pe),  
[aaguirrer@autonoma.edu.pe](mailto:aaguirrer@autonoma.edu.pe), [aincae@autonoma.edu.pe](mailto:aincae@autonoma.edu.pe),  
[jreto@autonoma.edu.pe](mailto:jreto@autonoma.edu.pe), [marteagat@autonoma.edu.pe](mailto:marteagat@autonoma.edu.pe)

**Resumen.** En un contexto peruano donde los desarrollos en Inteligencia Artificial (IA) son aún emergentes, la implementación de sistemas de IA para la optimización del control de calidad en la industria manufacturera es especialmente significativa. Este estudio introduce un modelo de reconocimiento de imágenes desarrollado mediante técnicas de aprendizaje profundo, validado inicialmente en un entorno académico con aplicaciones prácticas para identificar personal y evaluar emociones básicas. En una demostración pública durante una feria universitaria, el sistema interactuó exitosamente con el público, reconociendo imágenes de figuras artísticas conocidas. Aunque aún no se aplica en entornos industriales, los resultados preliminares muestran un potencial considerable para su extrapolación a la detección de defectos de productos y riesgos de seguridad. Este proyecto destaca por su contribución a la adopción de tecnologías avanzadas en un país con desarrollo tecnológico limitado, sentando bases firmes para futuras investigaciones y aplicaciones industriales.

**Palabras clave:** Reconocimiento de Imágenes, Optimización de Calidad Industrial, IA aplicada.

## 1. Introducción

La Inteligencia Artificial (IA) es clave en la transformación digital de sectores industriales a nivel global, mejorando la eficiencia, precisión y seguridad en el control de calidad. Países como Estados Unidos, Alemania y Japón lideran en la adopción de IA para automatizar la detección de defectos y evaluación de riesgos. En Latinoamérica, aunque hay avances en Brasil y México, Perú muestra desarrollos incipientes, subrayando la necesidad de investigaciones focalizadas. Este estudio presenta un modelo de reconocimiento de imágenes basado en aprendizaje profundo, validado en un entorno académico, que promete mejorar los estándares de calidad y seguridad en la producción peruana. El modelo demostró su capacidad para identificar personal y evaluar emociones básicas, interactuando con el público mediante el reconocimiento de imágenes de artistas famosos. Estos avances preliminares establecen un diálogo entre teoría y práctica, y sientan las bases para futuras investigaciones y aplicaciones industriales, destacando la importancia de la innovación tecnológica local.

## 2. Marco Teórico

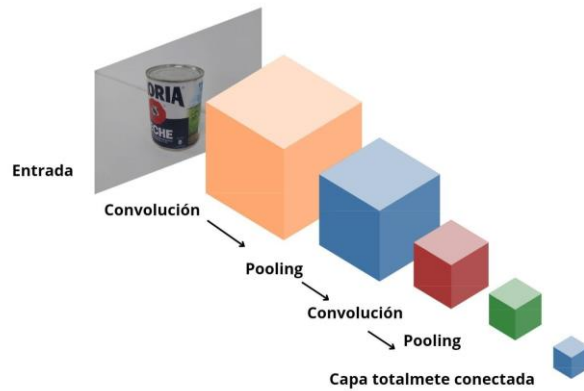
Este marco teórico detalla las bases conceptuales y matemáticas de las tecnologías de reconocimiento de imágenes mediante Inteligencia Artificial (IA), enfocadas especialmente en el aprendizaje profundo y las Redes Neuronales Convolucionales (CNN). Este conocimiento teórico es esencial para la implementación práctica de sistemas automatizados de control de calidad en ambientes industriales, como se explorará en este proyecto [1, 2, 3, 4].

### 2.1 Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

Según A. Kumbhar [4], las Redes Neuronales Convolucionales, o CNN por sus siglas en inglés (Convolutional Neural Networks), son un tipo específico de modelo de aprendizaje profundo diseñado para procesar y analizar datos estructurados como imágenes y videos. Son esenciales en la visión por computadora para tareas como la clasificación de imágenes y el reconocimiento facial, debido a su capacidad para extraer automáticamente características jerárquicas de los datos. Utilizan funciones de activación como ReLU para crear capas convolucionales que captan patrones locales, mejorando la precisión y eficiencia en el procesamiento de imágenes [5, 6]. Las CNN se componen de tres tipos de capas principales:

**Capas Convolucionales.** Utilizan filtros o kernels que se desplazan sobre la imagen de entrada para realizar operaciones de convolución, detectando características específicas en distintas partes de la imagen. Matemáticamente, la operación de convolución se puede describir como [7]:

$$S(i, j) = \sigma \left( \sum_{m=0}^{F-1} \sum_{n=0}^{F-1} \sum_{c=0}^{Cin-1} I(i+m, j+n, c) \cdot K(m, n, c) + b \right). \quad (1)$$



**Fig.1.** Flujo de procesamiento en una CNN. En esta figura se puede observar la acción de la Convolución, seguida de cerca por el Pooling. El proceso consecutivo del flujo, termina por generar la Capa totalmente conectada.

En la ecuación (1)  $S(i,j)$  es el valor resultante en la posición  $(i,j)$ , es la conocida función de activación (e.g., ReLU),  $I(i+m,j+n,c)$  es el valor del píxel en la imagen de entrada en la posición  $(i+m,j+n,c)$ ,  $K(m,n,c)$  es el valor del píxel en el kernel en la posición  $(m,n,c)$ , y  $b$  es el sesgo de la capa convolucional. Además,  $F$  es el tamaño del filtro y  $C$  es el número de canales en la imagen de entrada. La operación así definida filtra la entrada para producir una nueva representación que enfatiza las características detectadas por el filtro.

**Capas de Pooling:** Su función principal es reducir la dimensionalidad de cada mapa de características resultante de las capas convolucionales, lo que permite disminuir el cómputo necesario y controlar el overfitting. El pooling más común es el max pooling, que selecciona el máximo valor de un área definida de la matriz:[7]

$$P(i,j) = \max_{m=0}^{F-1} \max_{n=0}^{F-1} X_{i.S+m,j.S+n} \quad (2)$$

Donde  $F$  es el tamaño de filtro de Pooling,  $m$  y  $n$  son indicadores que recorren la región de tamaño  $F \times F$ .  $S$  es el paso (stride) de la capa de Pooling. El argumento  $X_{i.S+m,j.S+n}$  representa el valor de la posición  $(i.S + m, j.S + n)$  de la matriz de entrada.

**Capas Completamente Conectadas:** Estas capas siguen a las capas convolucionales y de pooling y funcionan como clasificadores. Cada neurona en estas capas está conectada a todas las activaciones de la capa anterior, y su objetivo es combinar las características extraídas previamente para realizar la tarea final de clasificación o regresión.

De esta forma la clasificación de imágenes procesadas previamente requiere extracción de características. Con ellas se obtiene información de los píxeles de la imagen que describe las características del objetivo, asignando estas diferencias a un espacio de menor dimensión para reducir datos y mejorar el reconocimiento. Las características comunes usadas en la inspección visual incluyen escala de grises, forma y tamaño, y textura. Estas características mencionadas, son factores clave para identificar defectos. Un diagrama esquemático del flujo de procesamiento en una CNN es mostrado en la figura 1, desde la entrada de una determinada imagen, hasta la creación de la Capa totalmente conectada. En medio del proceso se puede ver la acción de la convolución y pooling.

## 2.2 Función de activación ReLU

La función de activación Rectificada Lineal Unidad (ReLU) es fundamental en las redes neuronales porque introduce no linealidades necesarias para aprender patrones complejos:

$$f(x) = \max(0, x) \quad (3)$$

Esta simple función tiene un gran impacto, permite que la red aprenda mucho más rápido y efectivamente al evitar el problema de los gradientes que tienden a cero, que es común en otras funciones de activación como la sigmoide. Esto demuestra el enorme aumento en precisión y eficacia de las actividades relacionadas con imágenes, incluso permitiendo a los robots recibir y comprender información visual como nunca antes. Significando de esta forma la revolución en el área de la percepción visual computarizada.

### 2.3 Algoritmo de Retropropagación

El entrenamiento de las CNN, así como de otras redes neuronales, se realiza a través del algoritmo de retropropagación. Este método ajusta los pesos de la red de forma iterativa para minimizar la diferencia entre las predicciones del modelo y las verdaderas etiquetas de los datos, usualmente utilizando una función de pérdida como la entropía cruzada:

$$L = -\sum_{c=1}^M y_{o,c} \log(p_{o,c}) \quad (4)$$

Donde  $M$  es el número de clases,  $y_{o,c}$  es un indicador binario de si la clase  $c$  es la correcta para la observación  $o$ , y  $p_{o,c}$  es la probabilidad predicha de que no pertenezca a la clase  $c$ . En nuestro proyecto utilizaremos las CNN para analizar imágenes de productos manufacturados y detectar posibles defectos o anomalías, automatizando y mejorando así los procesos de control de calidad. Las capas convolucionales permitirán identificar características específicas de defectos, las capas de pooling reducen la complejidad computacional, y las capas completamente conectadas clasifican estas características para determinar si el producto cumple con los estándares de calidad que el usuario desee establecer.

## 3

## Metodología

La metodología detallada en la presente sección refleja los avances preliminares realizados en el desarrollo de un modelo de reconocimiento de imágenes mediante redes neuronales convolucionales (CNN), utilizando la plataforma Colab para la experimentación y desarrollo inicial. Dentro de la plataforma se usaron varias librerías especializadas [8], entre ellas TensorFlow, Keras, y OpenCV, una descripción más detallada de las mismas puede ser encontrada en la Tabla 1. En lo que sigue, esta sección describe el proceso seguido hasta ahora, destacando los logros obtenidos y cómo estos sentarán las bases para futuras aplicaciones industriales.

### 3.1 Preparación de los Datos

Para el desarrollo inicial del modelo, se recopiló un conjunto de datos consistente en imágenes de rostros de autoridades y docentes, así como imágenes artísticas para interactuar con los usuarios durante la feria de productos de fin de semestre. Estas imágenes fueron etiquetadas manualmente y preprocesadas para asegurar una calidad uniforme, incluyendo ajustes de iluminación y tamaño, lo que fue fundamental para los buenos resultados obtenidos en las fases de prueba preliminares.

**Tabla 1.** Librerías usadas en el proyecto.

Librerías	Funcionalidad Principal	Descripción
TensorFlow	Construcción y entrenamiento de modelos de aprendizaje profundo	Facilita el entrenamiento eficiente de modelos de IA con soporte de GPU, esencial para el procesamiento rápido y eficaz de grandes volúmenes de imágenes industriales.
Keras	API de alto nivel para redes neuronales, corre sobre TensorFlow	Permite la rápida experimentación y prototipado de modelos de CNN, haciendo el desarrollo más accesible y manejable.
OpenCV	Manipulación y procesamiento de imágenes	Proporciona herramientas poderosas para el preprocesamiento de imágenes, esencial para la preparación de datos antes del entrenamiento del modelo.

### 3.2 Diseño del modelo

El modelo de CNN diseñado se centró inicialmente en la capacidad de identificar y reconocer rostros y expresiones emocionales básicas, así como el reconocimiento de imágenes artísticas. Este modelo incluyó capas convolucionales para extraer características visuales detalladas, capas de pooling para reducir la dimensionalidad, y capas completamente conectadas para clasificar las imágenes según los datos aprendidos.

### 3.3 Entrenamiento y validación del modelo

Utilizando la plataforma Colab, el modelo fue entrenado con un enfoque en la eficiencia del reconocimiento en tiempo real. El entrenamiento se optimizó para trabajar con el limitado conjunto de datos disponibles, utilizando técnicas de aumento de datos para mejorar la generalización del modelo. La validación se realizó en el entorno de la feria, proporcionando resultados prometedores que demostraron la viabilidad del modelo para interacciones en tiempo real y reconocimiento eficaz.

Para el entrenamiento, instalamos la librería Face-Recognition, la cual va a permitir identificar y reconocer los rostros [9]. La instalación sigue un procedimiento estándar y es esquematizado en la figura 2.

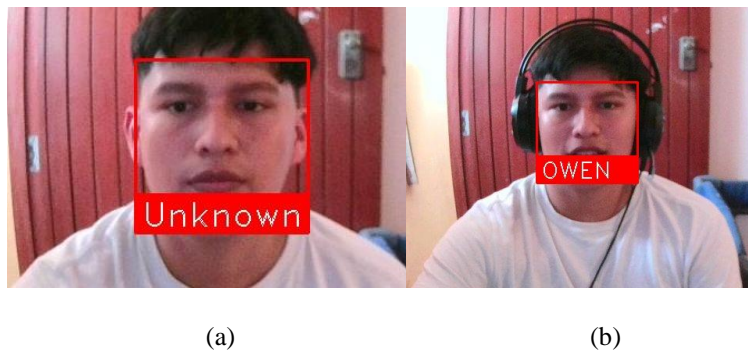
```

[ ] !pip install face_recognition
Collecting face_recognition
  Downloading face_recognition-1.3.0-py2.py3-none-any.whl (11.4M)
Collecting face_recognition_models<0.3.0 (from face_recognition)
  Downloading face_recognition_models-0.3.0.tar.gz (100.3 kB)
  ----- 100.0/100.0 KB 10.2 MB/s eta 0:00:00
  Preparing metadata (setup.py) ... done
Requirement already satisfied: Click>=6.0 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from face_recognition) (8.1.7)
Requirement already satisfied: dlib>=19.7 in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from face_recognition) (19.24.2)
Requirement already satisfied: numpy in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from face_recognition) (1.23.5)
Requirement already satisfied: Pillow in /usr/local/lib/python3.10/dist-packages (from face_recognition) (9.4.0)
Building wheels for collected packages: face_recognition_models
  Created wheel for face_recognition_models: filename=face_recognition_models-0.3.0-py2.py3-none-any.whl size=100566178 sha256=dehdefc31ee0560fc288720c384c2c74617ad1a1d3587128a1c1f576ae591
  Stored in directory: /root/.cache/pip/wheels/7a/eb/cf/e6ced432260795c7f597b0c8a4c738c6ac326db14d23d
Successfully built face_recognition_models
Installing collected packages: face_recognition_models, face_recognition
Successfully installed face_recognition_models-0.3.0 face_recognition-1.3.0

```

**Fig.2.** Instalación de la librería Face-Recognition en Colab

Para procesar las imágenes desde el navegador, convertimos un objeto JavaScript a una imagen OpenCV y configuramos la cámara que será utilizada. Dentro de nuestras primeras pruebas de reconocimiento testamos el modelo para reconocer personas, ver figura 3.



**Fig.3.** (a) Persona no registrada en el sistema. (b) Persona registrada en el sistema.

En la figura izquierda Fig.3(a) se muestra al modelo sin entrenar, dando como resultado el no reconocimiento del individuo. En contraste, en la figura derecha Fig.3(b), observamos al modelo ya entrenado, resultando así en el reconocimiento del individuo.

### 3.4 Evaluaciones preliminares

Los resultados preliminares indicaron que para las imágenes de las personas y los artistas cargados, así como para interpretar las emociones básicas, el modelo era capaz de reconocer con una buena precisión a los objetos de prueba. Cuantitativamente, en el mejor de los casos, el porcentaje de reconocimiento fue de un 95%, en contraste en el peor de los casos donde obtuvimos un 15%. Encontramos que este porcentaje de reconocimiento era afectado por la calidad de la imagen, además de parámetros como la luminosidad, o el ángulo de incidencia de la luz sobre el objeto de prueba.

## 4 Resultados y Conclusiones

Presentamos los avances preliminares en el desarrollo de un modelo de reconocimiento de imágenes mediante redes neuronales convolucionales (CNN) y sus implicaciones industriales. El modelo mostró una precisión del 95% en la clasificación de rostros y expresiones emocionales en sus mejores condiciones. Además hemos podido identificar algunos de los parámetros principales que impactan directamente en la eficiencia de la detección. Estos resultados son prometedores, considerando el volumen limitado de datos y el enfoque inicial en optimización para tareas en tiempo real.

La retroalimentación de los usuarios destacó la eficiencia, precisión y rapidez del sistema, así como su interfaz intuitiva, sugiriendo una alta aceptabilidad para futuras aplicaciones industriales. Los resultados indican que las técnicas de aprendizaje profundo son efectivas en entornos controlados, aunque se requiere manejar variabilidades en imágenes y condiciones operativas para su uso industrial. Es necesario expandir el conjunto de datos para mejorar la generalización del modelo.

Estos avances justifican la continuación del desarrollo, enfocándose en su adaptación a aplicaciones específicas de la industria. Planeamos pruebas adicionales en entornos industriales reales y la expansión del conjunto de datos para validar y afinar la tecnología. Este estudio establece bases para futuras investigaciones en IA aplicada al reconocimiento de imágenes en la industria, subrayando la colaboración entre académicos, tecnólogos e industriales para desarrollar soluciones innovadoras que satisfagan las necesidades del sector. Con una estrategia de implementación definida, este proyecto puede establecer nuevos estándares en la automatización del control de calidad y la seguridad industrial.

## Referencias

1. Ren, Z., Fang, F., Yan, N., Wu, Y.: State of the Art in Defect Detection Based on Machine Vision. *Int. J. Precis. Eng. Manuf. Green Technol.* 9(661-691) (2022).
2. Zheng, X., Ma, J., Wang, Y., Shi, C., Lu, C.: A deep learning-based approach for automated surface inspection. *IEEE Trans. Cybern.* 48(3), 929–940 (2017).
3. Sundaram, S., Zeid, A.: Artificial Intelligence-Based Smart Quality Inspection for Manufacturing. *Micromachines* 14(570) (2023).
4. Kumbhar, A., Chougule, A., Lokhande, P., Navaghane, S., Burud, A., and Nimbalkar, S., “DeepInspect: An AI-Powered Defect Detection for Manufacturing Industries”, arXiv e-prints, 2023.
5. Wang, X., Liu, Y., Chen, P., Lin, X., Chin, P.: Protecting neural networks with hierarchical random switching: towards better robustness-accuracy trade-off for stochastic defenses. In: 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence, AAAI Press, pp. 6013–6019 (2019).
6. Khan, A., Sohail, A., Zahoora, U., & Qureshi, A. S.: A Survey of the Recent Architectures of Deep Convolutional Neural Networks. *Artificial Intelligence Review* 53(8), 5455–5516 (2020).
7. Gao, Y., Gao, L., Li, X., Yan, X.: A semi-supervised convolutional neural network-based method for steel surface defect recognition. *Robot. Comput. Integr. Manuf.* 61, 101825 (2020).

8. Wang, L., & Perez, L.: The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning. *Convolutional Neural Networks* 2(5), 99–110 (2019).
9. Wang, X., Wang, S., Chen, P., Lin, X., Chin, P.: Block Switching: A Stochastic Approach for Deep Learning Security. In: *AdvML'19: Workshop on Adversarial Learning Methods for Machine Learning and Data Mining at KDD*, Anchorage, Alaska, USA, August 5th, 2019, pp. 1-5 (2019).

# **Inclusive Technology for footwear sector of micro and small businesses in the in Peru**

## **Tecnología inclusiva para el sector del calzado de las micro y pequeñas empresas de Perú**

Lorenzo Zavaleta-Orbegoso <sup>10000-0002-5649-704X]</sup> David De la Cruz-Montoya <sup>2[0000-0003-0184-8727]</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Peru, Lima VES,150142, PERÚ  
lzavaletao@autonoma.edu.pe

<sup>2</sup> Universidad Autónoma del Peru Lima VES,150142, PERÚ  
dlcmontoya@autonoma.edu.pe

**Abstract.** The aim of the research is to determine how inclusive technology can be useful for the micro and small businesses (MYPEs) sector in Peru. In addition to fashion, it should be accompanied by comfort and safety in its use. The goal is to identify technologies from various parts of the world that can serve Peruvian footwear MYPEs.

In addition to the protection that footwear can provide to our feet, health care is also of interest. The problem addressed is the low level of technology in MYPEs, which limits their participation in international markets. By observing the international market, we see large producers with mass production technology, such as China and other Asian countries. On the European side, they compete in the international market with quality, with Italy and Spain as key representatives.

When referring to footwear, we have various technologies for the production of leather, plants, internal linings, and considering the types of footwear, such as men's, women's, and children's, formal footwear, and sports shoes.

The technology of smart footwear has been in the market for a short time. Its use in various activities that people engage in, the industry concerned with the productivity and safety of its employees, and the use of sensors in footwear allows for meeting various requirements. For example, we have smart portable insoles, which are also valid for health rehabilitation, and the use of materials to reduce the impact on the environment.

**Keywords:** Inclusive technology, footwear, eco-design, comfort.

**Resumen.** El objetivo de la investigación es determinar como la tecnología inclusiva puede ser útil para el sector de las micro y pequeñas del Perú, que aparte de la moda, debe estar acompañado de comodidad y seguridad en su uso, el objetivo es identificar tecnologías de diversas partes del mundo que puedan servir a las empresas peruanas Mypes de calzado.

En la protección que puede dar el calzado a nuestros pies, también es de interés, el cuidado de la salud, el problema que se aborda es el bajo nivel de tecnología de las Mypes que limitan su participación en mercados internacionales

Al observar el mercado internacional, tenemos grandes productores acompañados de tecnología de producción en masa como China y los países asiáticos, por el lado europeo compiten en el mercado internacional con calidad, como representativos tenemos a Italia y España.

Al referirnos a calzado, tenemos diversas tecnologías, para la producción de cuero, plantas, revestimientos internos de calzado, también considerando el tipo de calzado como, el de caballero, dama y niño, calzado formal, calzado deportivo. La tecnología del calzado inteligente tiene poco tiempo en el mercado, su uso en varias actividades que las personas desarrollan, la industria preocupada por la productividad y seguridad de sus empleados, la utilización de sensores en el calzado permite viabilizar diversas exigencias, como ejemplo tenemos las plantillas portátiles inteligentes, también es válido para la rehabilitación de la salud, Utilización de materiales para reducir el impacto sobre el medio ambiente.

**Keywords:** tecnología para calzado, ecodiseño, comodidad.

## 1 Introducción

¿Cómo la tecnología inclusiva puede ser útil para el sector calzado de las micro y pequeñas empresas del Perú? es importante fomentar un entorno inclusivo en el sector tecnológico, y estar preparados para afrontar los retos que comporta reunir a diferentes profesionales con diferentes perspectivas. Adicionalmente, la incorporación permite a las empresas tecnológicas aumentar su alcance y relevancia, atender a una base de usuarios mayor y representativa, impulsar un entorno más justo y justo. [1]. El correcto uso de la tecnología está demostrando ser un factor muy importante para impulsar la inclusión. El software y los dispositivos adaptativos, conocidos como tecnologías de asistencia, no sólo representan avances tecnológicos, sino que incluso tienen el poder de romper barreras y ofrecer igualdad de oportunidades para todos. También [2] manifestó que La tecnología inclusiva puede reproducir algunas desigualdades y convertirse en un agente activo de inclusión. El cambio nace de un proceso responsable, que debe ser accesible y colaborativo y desarrollarse conjuntamente con la ciudadanía. La participación de estos colectivos marginados es esencial en el concepto y el desarrollo de la tecnología, la interseccionalidad es un concepto crucial en la inclusión tecnológica.

Por la cual podemos indicar que la tecnología inclusiva puede llegar a más sectores y ofrecer igualdad de oportunidades, para el caso peruano, las grandes y medianas empresas de calzado tienen acceso a diversas tecnologías que se utilizan en el mundo, las micro y pequeñas empresas pueden acceder a estas tecnologías a través de gestión de grupos de interés o través del gobierno nacional, para la participación en el comercio internacional, es necesario contar con esas tecnologías y mejorar su competitividad. Al referirnos a tecnología, es cuando consideramos a los procedimientos, técnicas, máquinas y equipos que se utilizan en la producción de un bien o servicio, las micro y pequeñas empresas de calzado en el Perú tienen una tecnología poco desarrollada que limita sus acciones para participar en mercados internacionales exigentes.

Las Mypes peruanas escasamente emplean herramientas TIC, lo que les impide capitalizar las oportunidades del mercado y las ofertas de productos y servicios que requieren una sólida gestión digital. Aunque algunas organizaciones, muy independiente su magnitud, muestran interés en la implementación de innovadoras

tecnologías y softwares [3]. Las MYPEs necesitan incorporar nuevos roles enfocados en la transformación digital. Esto implica modificar sus procesos de reclutamiento y considerar perfiles especializados en nuevas tecnologías. La digitalización es clave para mantener la competitividad y la resiliencia en un entorno empresarial cambiante.

Asimismo, Las MYPEs enfrentan dificultades para acceder a financiamiento flexible con intereses favorables. Además, la conversión a la formalidad es un reto importante. La falta de recursos y la necesidad de adaptarse rápidamente a los cambios hacen que estas empresas busquen soluciones accesibles. Las MYPEs requieren capacitación en áreas como gestión, marketing, finanzas y tecnología. La formación adecuada puede ayudar a mejorar la eficiencia y la toma de decisiones dentro de estas empresas.

Si realizamos una observación del mercado internacional de calzado, se tiene como primer productor a China, pero en calidad, son diversos países que no producen en grandes volúmenes para competir al líder de la producción de calzado.

Al referirnos a calzado de alta calidad, aparece Italia con estas características, zapatos hechos a mano, piel de curtido vegetal, marcas como Gucci, Salvatore Ferragamo, Ático, Aquazzura, utilizan impresoras 3D y robots en sus procesos industriales, sistemas automáticos de corte y costura, softwares CAD-CAM. Existen tipos de calzado para damas, caballeros y niños y sus componentes, zapatos, botas, sandalias, calzado deportivo y cada uno con su particular tecnología.

Las tecnologías que se utilizan en el sector calzado, es referente al cuero, planta y coberturas interiores, en cuanto al curtido de cuero se realiza con en su curtido el cromo, mientras que en la industria de calzado italiana utiliza se curte con taninos vegetales. La tecnología y las aplicaciones de calzado inteligente, no atraen en la magnitud de las prendas y dispositivos portátiles inteligentes, la ubicación, áreas de aplicación de los sensores, descubriendo que las funciones del calzado inteligente este ligado al seguimiento de la actividad física, rehabilitación de salud. [4].

Las plantillas portátiles inteligentes, existe interés por los industriales por la seguridad y la optimización de la productividad de sus trabajadores, brinda nuevas oportunidades sobre el monitoreo y análisis sobre estas actividades, siendo el sector de construcción el que mayor lo utiliza, el creciente interés por utilizarla, la eficacia de estas plantillas depende de factores como la precisión, confiabilidad y generalización de modelos, siendo el desafío la exploración de estos sistemas para uso en otras aplicaciones industriales. [5]. La detección de caídas en el hogar, se torna interesante la solución, se centra en tres enfoques: uno llevado en la cintura, visión por computadora y un sistema en el calzado, los actuales sistemas de vida asistida ambiental aplicado al calzado está alcanzando una tasa cero de falsos positivos y alta precisión [6].

El calzado inteligente, basado en sensores de acelerómetro, un algorítmico que aprovecha la aceleración, velocidad angular y orientación del sujeto, su evaluación se hace a través de la extracción sistemática y comparación de características en diversos temporales de tiempo, permitirán la reducción de las consecuencias posteriores a las caídas [7].

El diseño y fabricación sostenible para la industria de calzado es considerado ante problemas de la huella de carbono, si se utiliza como materia prima el poliamida 12 y poliuretano termoplástico, que es un sistema de ensamblaje sin pegamento con ajuste a presión, también se incorpora celosía para asegurar flexibilidad en la parte superior del calzado, para reducir el impacto ambiental y durabilidad de este producto, el estudio

considera a la estrategia de capacidad de fabricación aditiva (AM) como muy importante en la fabricación de calzado sostenible [8].

El calzado y la ropa son necesarios en la protección de nuestro cuerpo, al utilizar la tecnología usable para mejorar las condiciones para los humanos en situaciones de salud, industrial o social e integrarla al calzado, permitirá vivir mejor. [9].

El ecodiseño del calzado, se orienta a los materiales y su impacto en la producción, en la que utilizan materiales de fibras naturales y caucho reciclable con el objetivo de optimizar la producción y desplazar a materiales tóxicos por naturales como, el caucho natural y adhesivos en base de agua, la eliminación de emisiones tóxicas, uso de energía no convencionales, permitirán mayor durabilidad, comodidad y ecoeficiencia del calzado. [10]. La influencia del calzado con suela diferente sobre los músculos de las extremidades inferiores, en donde se evaluó mediante electromiografía, que el zapato de suela flexible es más cercano a la actividad del músculo descalzo durante la actividad de caminar. [11].

## **2 Metodología**

Para la localización de documentos bibliográficos se recurrió a varias fuentes, en la que podemos destacar las bases de datos Scopus, Dialnet, Google académico y otras; estas fuentes están relacionadas con la inclusión tecnológica y el calzado para determinar la utilidad en el sector de calzado peruano, la revisión bibliográfica permitió conocer los diversos avances tecnológicos, que podrían ser usados en beneficios de los empresarios de las micro y pequeñas de calzado que tienen una limitada tecnología y necesitan ser partícipes de la inclusión tecnológica.

En búsqueda de información, en las diversas bases de datos, se seleccionó temas relacionados con el calzado y la tecnología inclusiva, pero que eran novedosos y enfocados a las micro y pequeñas empresas, también se identificó a instituciones de tecnología relacionada con el calzado a nivel nacional e internacional, quedándonos solo con aquellas que cubrían las exigencias para el presente estudio.

Otros de los aspectos básicos en la selección eran aquellos temas que permitirían mejorar la competitividad de las Mypes a nivel sudamericano e internacionalizarse a otros países.

## **3 Desarrollo**

En los aspectos importantes identificados, el correcto uso de la tecnología está demostrando ser un factor muy importante para impulsar la inclusión, y deberán incorporar nuevos procesos enfocados en la transformación digital para poder romper las barreras y ofrecer igualdad de oportunidades para todos.

Al incorporar la tecnología inclusiva en las empresas, serán de necesidad la capacitación y el financiamiento necesario para lograr la efectividad requerida, otro punto importante los insumos como el cuero con curtido natural y la consideración del cuidado del medio ambiente, dentro de estas tecnologías aparecen impresoras 3D, robots para los procesos industriales y softwares especializados, estas tecnologías son diversas según el tipo de materiales para el calzado, la utilización de dispositivos

portátiles e inteligentes para la detección de posibles caídas, también tiene que ver tecnologías relacionadas con la presentación y moda, aparecen los zapatos con suela flexible, otros de los intereses es desplazar a los materiales tóxicos.

## **4 Discusión**

Aspectos como los procedimientos, técnicas, máquinas y equipos concernientes a la tecnología marcan diferencias en los países y empresas en la fabricación del calzado.

Al usar el calzado nos debe generar comodidad, seguridad, moda, condiciones favorables para los humanos, teniendo en cuenta, los materiales y la tecnología para la elaboración del producto, si la tecnología que se utiliza es de nivel bajo, genera baja fortaleza en su nivel competitivo, por lo que habrá que recurrir a la tecnología inclusiva, obtenerla mediante la transferencia tecnológica, compra o adquisición por convenios. El uso de tecnologías digitales para los procesos productivos alcanza mayor uso e incorporación paulatina en las Mypes, son los organismos productores de tecnología a los cuales se debe recurrir para la compra y transferencia.

La inclusión financiera digital ha surgido como un componente importante de los servicios financieros, ampliando la cobertura y los tipos de financiamiento para las Mypes. Esta inclusión ayuda a reducir los costos de financiamiento y a reducir las restricciones financieras, fomentando la innovación y el desarrollo de las Mypes [12], [13], [14]. En China, por ejemplo, la inclusión financiera digital ha demostrado ser efectiva en reducir la relación de apalancamiento de las Mypes, facilitando el acceso a financiamiento y mejorando su sostenibilidad [12], [15].

A pesar de sus beneficios, la implementación de tecnología inclusiva enfrenta desafíos, como la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica para las pequeñas industrias que muchas veces no son capaces de acceder a tecnologías en razón de sus costos y mantenimiento. y por otro lado las estrategias de inserción por parte de los microempresarios [16], [17]. Al elegir el calzado, se debe reflexionar sobre los problemas de la salud que podrían ocasionar y su impacto sobre las extremidades inferiores, calzado mal diseñado y elaborado genera problemas como la fascitis, espolones calcáreos y juanetes.

## **5 Conclusiones**

El calzado es un protector del pie del ser humano y es pieza importante en la indumentaria, debe contener calidad en sus insumos, los procesos de fabricación, en la presentación y en la colocación en los centros de venta, para ello, se necesita tecnología inclusiva que viene de las organizaciones productoras y que su deseo es llegar a lograr una mayor amplitud de consumidores. En la medida en que las Mypes peruanas busquen acceder a oportunidades de alcanzar tecnología avanzada al ponerse en contacto con los productores de tecnología inclusiva y ponerla en práctica en sus empresas lograrán ser competitivas en un mundo globalizado que cada día exige una mayor calidad y menor costo.

Organismos nacionales como Citeccal e internacionales como Inescop, CTCR, Arsutoria, Satra, se deben recurrir a través de diversos medios. La tecnología del

calzado, es de mayor nivel en los países europeos como Italia, España, en la parte latinoamericana, Brasil es el de mayor desarrollo, y por el volumen, sigue siendo China el mayor productor de calzado, la utilización de impresoras 3D y robots en sus procesos industriales, es de suma importancia para la industria del calzado.

Para una adecuada protección se debe utilizar una buena calidad de insumos que tienen que ver con el curtido del cuero con productos químicos naturales, la planta con materiales de mayor agarre y flexibilidad; los diseños y materiales utilizados no deben afectar el medio ambiente.

Finalmente, la utilización de tecnología inclusiva enfrenta muchos desafíos que deben ser investigados, como la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica para los pequeños productores que se ven limitados a acceder a tecnologías de avanzada y asistencia técnica debido básicamente a los elevados costos.

## 6 Referencias

1. Gala, A. S., & Gala, A. S. Technology and inclusion: importance and challenges. Hand Talk - Learn ASL today. <https://www.handtalk.me/en/blog/technology-and-inclusion/> (2024).
2. González, I. El desafío de la tecnología inclusiva. Seidor. <https://www.seidor.com/noticias/desafio-tecnologia-inclusiva>. (2024).
3. Vásquez Reyes, E. F. V.: Factores críticos para la adopción de las TIC en micro y pequeñas empresas industriales. *Industrial Data*, 24(2), 273-292.
4. Rafiu, R.K., Han, J.L., Li, Z., Gong, L.: Review of development trends in smart shoe applications. *Sensor Review*, Vol. 44 No. 3, pp. 290-300. (2024).
5. Masoud Abdollahi, Quan Zhou, Wei Yuan.: Smart wearable insoles in industrial environments: A systematic review. *Applied Ergonomics*, Volume 118, 2024,104250, ISSN 0003-6870.
6. Kelly, D., Delaney, A., Nag, A.: Fall Detection with Privacy as Standard, International Conference on High Performance Computing & Simulation (HPCS., Dublin, Ireland, 2019, 63-69. (2019)
7. Rahman, M. S., Nikoukar, A., Güneş, M., Dezfouli, B.: Exploring Accelerometer Sensors for Optimized Smart Shoe-Based Fall Detection. 2022 IEEE 13th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON), 1-6. (2023)
8. Ghimouz, C., Kenné, J. P., Hof, L. A.: On sustainable design and manufacturing for the footwear industry. *Towards circular manufacturing. Materials & Design*, 233, 112224. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2023.112224> (2023).
9. Rhoades, M. A.: Smart footwear: A designer's perspective. *En Elsevier eBooks* ( 509-527). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819526-0.00011-4> (2023).
10. Foiasi, T., Pantazi-Bajenaru, M.: Innovative and sustainable models in the ecodesign of green-vegan footwear. *Actas de ICAMS de la Conferencia Internacional sobre Materiales y Sistemas Avanzados*. 489–493 <https://doi.org/10.24264/icams-2020.v.1> (2020).
11. Wulandari, A., Wibawa, D. P. Wulandari, I. P. Alit Pawana; Rahayu, S: The Influence of Footwear with Different Sole on the EMG Activity of Lower Limb Muscle During Walking, *International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Surabaya, Indonesia, 2020, pp. 180-185. (2020)
12. Dai, D., Fu, M., Ye, L., & Shao, W.: Can Digital Inclusive Finance Help Small- and Medium-Sized Enterprises Deleverage in China?. *Sustainability*. (2023).

13. Yu, X.: Impact of Digital Financial Inclusion on Small and Medium-Sized Enterprises. Highlights in Business, *Economics and Management*. (2024).
14. Yu, W., Huang, H., Kong, X., & Zhu, K.: Can Digital Inclusive Finance Improve the Financial Performance of SMEs?. *Sustainability*. (2023).
15. Margaret, Y., Soremekun, Y., Abioye, K., Sanyaolu, T., Adeleke, A., & Efunniyi, C.: A conceptual model for inclusive lending through fintech innovations: Expanding SME access to capital in the U.S.. *Comprehensive Research and Reviews Journal*. (2024).
16. Agyekum, F., Reddy, K., Wallace, D., & Wellalage, N.: Does technological inclusion promote financial inclusion among SMEs? Evidence from South-East Asian (SEA) countries. *Global Finance Journal*, 100618. (2021).
17. Raji, R. K., Han, J. L., Li, Z., Gong, L.: Review of development trends in smart shoe applications. *Sensor Review*. 44(3), 290-300. (2024).

# ICTs as a factor of Financial Economic Inclusion

## Las TIC como factor de Inclusión Económica Financiera

David De la Cruz Montoya<sup>1</sup>[0000-0003-0184-8727] y Lorenzo Zavaleta Orbegoso<sup>2</sup>[10000-0002-5649-704X9]

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Peru  
dlcmontoya@autonoma.edu.pe

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Peru  
lzavaletao@autonoma.edu.pe

### Abstract

Economic and financial inclusion constitutes a crucial issue for a nation's economy, when certain groups of society face barriers to accessing basic financial services and fully participating in the economy, especially in rural areas, among socio-economic groups and between developed and developing countries, so this work aims to determine, through a bibliometric review, whether Information and Communication Technologies allow the financial and economic inclusion of those vulnerable sectors. For this purpose, the VOSviewer software was used to establish the work carried out on financial inclusion with other terms in the different research projects carried out, also presenting a heat map in this regard. For this reason, an initial bibliometric analysis of 4,937 publications was conducted, spanning from 1998 to 2024. The results show that ICTs enable vulnerable sectors of society to have better access to quality of life, improve their income, access financial loans, savings, investments, and even improve access to healthcare and housing systems, among others.

**Keywords:** Economic inclusion, financial inclusion, ICT, vulnerable groups.

### Resumen

La inclusión económica y financiera se constituye en un problema crucial para la economía de una nación, cuando ciertos grupos de la sociedad enfrentan barreras para acceder a servicios financieros básicos y participar plenamente en la economía, especialmente en áreas rurales, entre grupos socioeconómicos y entre países desarrollados y en desarrollo, por lo que este trabajo tiene por objeto determinar por una revisión bibliométrica, si las Tecnologías de Información e información permiten la inclusión financiera y económica de aquellos sectores vulnerables. Para ello se utilizó el software VOSviewer para poder establecer los trabajos realizados sobre la inclusión financiera con otros términos en los diferentes trabajos de investigación realizados, presentando además un mapa de calor al respecto. Por tal motivo se hizo un primer análisis bibliométrico de 4,937 publicaciones desde el año 1998 a la fecha 2024. Luego se presentan entre los resultados que las TICs permite a los sectores vulnerables tener un mejor acceso a la calidad de vida, mejorar sus ingresos, acceder a préstamos financieros, ahorros, inversiones, y hasta mejora y acceso a sistemas de salud y vivienda, entre otros.

**Palabras clave:** Inclusión económica, inclusión financiera, TIC, grupos vulnerables.

## 1 Introducción

La inclusión económica y financiera se constituye en un grave problema cuando ciertos grupos de la sociedad enfrentan barreras para acceder a servicios financieros básicos y poder participar plenamente en la economía. Estos grupos sociales están presentes en áreas rurales, entre grupos socioeconómicos, en países desarrollados o en proceso de desarrollo. Esto se debe entre otras causas a la falta de sucursales bancarias, infraestructura de telecomunicaciones subdesarrollada o barreras legales – regulatorias. En muchos casos se debe también a la falta o escasa educación financiera ya que muchas personas toman decisiones sin conocer plenamente acerca de las inversiones que efectúan, como los préstamos y ahorros que realizan en alguna institución bancaria sin realizar las respectivas comparaciones entre las demás instituciones financieras [1], [2].

Las innovaciones FinTech son fundamentales para ampliar la inclusión financiera al brindar acceso a servicios financieros a través de dispositivos móviles, especialmente para la población no bancarizada. Estas tecnologías se consideran transformadoras para profundizar la inclusión financiera, aunque su aceptación y uso aún son limitados debido a diversos aspectos tecnológicos y de comportamiento factores

Por otro lado, los servicios financieros a menudo son muy limitados o no están adaptados a las necesidades de ciertos grupos, como personas de bajos ingresos, pequeños empresarios o agricultores. Por ejemplo, pueden carecer de productos financieros como microcréditos o seguros asequibles

En Zimbabue se realizó un estudio en el que se utilizó una muestra de 1800 encuestados, el estudio encontró que los residentes urbanos y rurales tardaron 4,4 y 8,5 años, respectivamente, en adoptar los servicios digitales, lo que demuestra claramente que los residentes rurales tardan más tiempo en adoptar los servicios digitales [3], [4]. Así también, En China, las características del hogar, como el tamaño de la familia, el nivel educativo del jefe de hogar, los ingresos, la situación laboral y los conocimientos financieros, influyen significativamente en la inclusión financiera [4]. Por el contrario en Londres, un estudio señala que la inclusión espacial es una prioridad de la política de ciudad inteligente, donde la vivienda inclusiva, el transporte y la salud se promueven con tecnologías de asistencia con miras a una mejor inclusión social y económica [5]. En China, se han dado muchos pasos positivos para reducir las brechas de acceso a las tecnologías financieras, un estudio revela una interacción positiva y beneficiosa entre la creatividad, la inclusión económica y la utilización de la innovación tecnológica en programas urbanos experimentales referidos a las ciudades inteligentes, lo que sugiere un posible efecto multiplicador [6].

Por ello, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden ser un factor crucial para la inclusión económica y financiera de diversos grupos de la sociedad [7]. Las TIC permiten el acceso a información financiera de manera más fácil y rápida, esto incluye un mayor conocimiento sobre tasas de interés, servicios bancarios, opciones de inversión, entre otros. La disponibilidad de esta información es fundamental para que las personas tomen decisiones financieras informadas [8], [9].

En un estudio sobre la desigualdad de género en 42 países del África, se señala que la reducción de la desigualdad de ingresos y la mejora de las innovaciones en materia de dinero móvil conducen simultáneamente a resultados más inclusivos en lo que se refiere a la inclusión de género [10]. La calidad de vida se relaciona directamente con la inclusión financiera [11]. De la misma forma, en un estudio realizado en Canadá a 590 Pymes se llegó a la relación entre Educación Financiera y la Inclusión Financiera, el Desempeño Operativo, y la Cadena de Suministro Sostenible de las Pymes [12].

En el mundo actual, algunos servicios se están diversificando, del tal forma que está permitiendo un mayor acceso a las tecnologías a aquellos grupos vulnerables, entre los cuales se destacan: a) Los sistemas de pago electrónico, como las tarjetas de débito, crédito y las transferencias electrónicas, eliminan la necesidad de manejar efectivo, lo que puede ser más seguro y conveniente.

Esto es muy útil para personas que no tienen acceso a servicios bancarios convencionales [13]. b) Educación financiera. Las TIC pueden ser utilizadas como herramientas educativas para promover la alfabetización financiera. Aplicaciones, juegos y plataformas en línea pueden enseñar conceptos financieros básicos de manera interactiva y accesible. c) Inclusión laboral. Las TIC facilitan la inclusión laboral al permitir el acceso a oportunidades de trabajo remoto o freelance a través de plataformas en línea. Esto es especialmente beneficioso para personas con discapacidades o que viven en áreas con pocas oportunidades laborales locales. d) Reducción de la pobreza. Se ha podido demostrar también que uno de los beneficios muy importantes es que las personas con discapacidad pueden acceder fácilmente a estas tecnologías y logran salir de la pobreza [14].

## **2 Metodología**

Para el análisis del presente estudio se utilizó el análisis bibliométrico el cual consiste en establecer el rango de estudio de un determinado tema de estudio, como en el presente caso se analiza el abordaje de las Tecnologías de investigación como factor de inclusión económica – financiera. Asimismo se utilizó el software VOSviewer para poder determinar la relación de los trabajos realizados sobre la inclusión financiera, con otros términos que están muy ligados a este término, presentando un mapa de calor de ésta.

## **3 Discusiones**

Muchos investigadores coinciden en que la inclusión financiera tiene un impacto significativa en el bienestar de los hogares, tal como lo señala el gasto en consumo de los hogares [15], [4], [16], [17]. Las tecnologías de la Información y comunicaciones han experimentado un inusitado crecimiento en los últimos años y un incremento sostenido a partir de la pandemia del Covid-19, extendiéndose su uso en diferentes áreas tales como la ciencia, la educación, el trabajo, industrias. Esta expansión, especialmente el dinero móvil, se ha convertido hoy en día en un factor clave para los países emergentes, que buscan incrementar la inclusión financiera y económica [3].

Las TICs aumentan la inclusión financiera de los emprendedores, con un promedio de 12% más alto en comparación con aquellos que no la utilizan. [18]. Por tal motivo, el nivel de las TIC puede mejorar la inclusión financiera al promover la mejora y el desarrollo del sistema de pagos digitales en un país [19]. Asimismo, la banca en línea y las aplicaciones móviles facilitan el acceso a servicios financieros desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esto es especialmente beneficioso para personas que viven en áreas rurales o que tienen dificultades para acceder físicamente a sucursales bancarias [20]. Por ello, la difusión de las TIC está asociada positivamente con la inclusión financiera y está relacionada negativamente con la pobreza y la desigualdad, promoviendo el crecimiento económico y reduciendo la pobreza [21].

En el área de salud, resulta interesante conocer que en Arabia Saudita se dejó establecido la necesidad de que los proveedores de servicios de salud prioricen la inclusión financiera y brinden un mayor apoyo a los sectores con menores recursos con el fin de lograr la equidad en el tratamiento de la salud para todos [22]. En otro estudio, en 65 países que abarcan los periodos 2013-2019 los hallazgos determinan que la promoción de Fintech es fundamental para la mejora de la inclusión financiera y corregir la desigualdad de los ingresos.[23]. Así también, las billeteras virtuales son un instrumento financiero viable que puede reemplazar los métodos de pago tradicionales y favorecer la inclusión financiera en Argentina. [24].

Y en los países desarrollados como en China, se estableció que las finanzas digitales de inclusión es un factor que promueve la transferencia de tierras orientada al mercado y la utilización eficaz de los recursos de tierras [25], [26]. En un trabajo realizado en Pakistán sobre la sustentabilidad del medio ambiente con las finanzas se estableció que la inclusión financiera y las finanzas digitales coadyuvan a los países en desarrollo como Pakistán a lograr la sostenibilidad ambiental [27].

Las Tecnologías de Información e información permiten pues, muchos beneficios en la inclusión financiera y económica de aquellos sectores vulnerables [28], y diversifica los canales de difusión de información, ofrece más oportunidades de empleo no agrícola y disminuye las restricciones crediticias de los hogares [25]. En Uganda por ejemplo, se incrementó el acceso de personas con discapacidad aplicando un programa de inclusión financiera, demostrándose su eficacia en la reducción de la pobreza en los grupos marginados [14].

La investigación en tecnología financiera (fintech) es un campo muy dinámico y de rápido desarrollo, por lo que es esencial investigar más de manera sistemática el campo de la tecnología financiera para avanzar en su desarrollo.[29], [30]. Es por ello que la pregunta de investigación es: ¿Cómo las Tecnologías de la información y comunicación permiten la inclusión financiera y económica de sectores vulnerables?

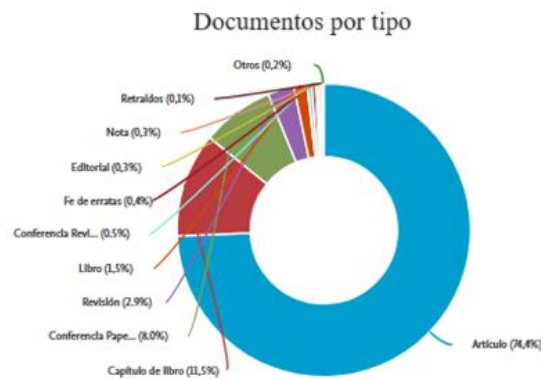
#### **4 Análisis Bibliométrico**

Según el protocolo de búsqueda TITLE-ABS-KEY ("Financial Inclusion") se obtuvieron 4,937 investigaciones referidas al tema de la inclusión financiera. El tema de la inclusión financiera se empezó estudiar desde el 1998, pero es a partir del año 2015 donde empieza el interés de los investigadores, llegando al 2023 1,174 trabajos de investigación y en lo que del 2024 van 531

Con respecto a los resultados biométricos, se aprecia que Ozili, P.K. es el autor que tiene 38 investigaciones sobre la inclusión financiera, por encima de Asongu, S.A., Malanga, D. y Okello Csndiya quienes tienen 18 publicaciones cada uno.

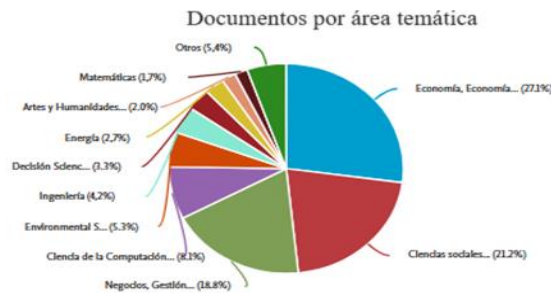
India es el país que se encuentra en primer lugar con un total de 1 012 publicaciones seguida de lejos por China con 648, Estados Unidos con 525, mantiene un importante número de publicaciones

En su mayoría las publicaciones se refieren a artículos científicos con un total de 74 % seguido por capítulos de libro con un 11.5 % y conference paper con un 8%



**Fig. 1.** Publicaciones por tipo de investigación

El área temática que más se investiga es Economía y finanzas con un 27 % Ciencias sociales 21 % y Negocios y contabilidad con un 18%



**Fig. 2.** Publicaciones por área temática

Con respecto al análisis con el software Vosviewer se aprecia que la palabra inclusión financiera aparece muy ligada con los términos de finanzas, estabilidad financiera, educación financiera, sustentabilidad, dinero móvil, Fintech, crecimiento económico, finanzas digitales, microfinanzas, educación financiera, inversiones, inclusión financiera digital, pobreza, etc.



## Referencias

- 1 Demir, A., Pesqué-Cela, V., Altunbaş, Y., Murinde, V.: Fintech, financial inclusion and income inequality: a quantile regression approach. *The European Journal of Finance*, 28(1), 86 - 107. (2020).
- 2 Senyo, P., Osabutey, E.: Unearthing antecedents to financial inclusion through FinTech innovations. *Technovation*, 98(1), 102155. (2020).
- 3 Chamboko, R.: Digital financial services adoption: a retrospective time-to-event analysis approach. *Financial Innovation*, 10(1), 46. (2024).
- 4 Jin, S., Gan, C., Anh, D. L. T.: Financial inclusion toward economic inclusion: empirical evidence from China's rural household. *Agricultural Finance Review*, 84(1), 67–89. (2024).
- 5 Tekin, H., Dikmen, I.: Inclusive Smart Cities: An Exploratory Study on the London Smart City Strategy. *Buildings*, 14(2), 485. (2024).
- 6 Sun, Y.: China's Achievements of Poverty Alleviation, and the Prospects for the Anti-poverty Battle. *International Critical Thought*, 14(3), 361–377. (2024).
- 7 Tissaoui, K., Hakimi, A., Zaghdoudi, T.: Can financial inclusion enhance human development? Evidence from low- and middle-income countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). (2024).
- 8 Alamsyah, A., Muhammad, I. F.: Unraveling the crypto market: A journey into decentralized finance transaction network. *Digital Business*, 4(1). (2024).
- 9 Durak, İ., Çise, S. N., Yazıcı, S.: Developing a financial technology (FinTech) adoption scale: A validity and reliability study. *Research in International Business and Finance*, 70. (2024).
- 10 Asongu, S. A., Agyemang-Mintah, P., Nnanna, J., Ngougou, Y. E.: Mobile money innovations, income inequality and gender inclusion in sub-Saharan Africa. *Financial Innovation*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00553-8> (2024).
- 11 Medina Durón, M. G. , Sánchez Macías, A. , Azuara Pugliese, V. , Nogueira Rivera, D.: La inclusión financiera y la calidad de Vida en el Altiplano Oeste Potosino. *Economía y Administración (E&A)*, 12(1), 33–50. (2021).
- 12 Toni, N., Theng, B. P.: Investigating the effect of financial literacy and financial inclusion on operational and sustainable supply chain performance of SMEs. *Uncertain Supply Chain Management*, 12(1), 573–582. (2024).
- 13 Raviraj Sharma, Adwait Deo, Akshay Awasthi.: Payment applications and changing trends of banking. *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*. 6(6) 1-25. (2022).
- 14 Kipchumba, E., Davey, C., Marks, S., Mugeere, A., Chen, S., Banks, L. M., Islam, K. E., Shakespeare, T., Kuper, H., Sulaiman, M.: Evaluation of a disability-inclusive ultra-poor graduation programme in Uganda: study protocol for a cluster-randomised controlled trial with process evaluation. *Trials*, 25(1). (2024).
- 15 Feng, F. Z., Lu, J., Wang, J.: Productivity and liquidity management under costly financing. *Journal of Corporate Finance*, 63. (2020).
- 16 Kanga, D., Oughton, C., Harris, L., Murinde, V.: The diffusion of fintech, financial inclusion and income per capita. *European Journal of Finance*, 28(1), 108–136. (2022).
- 17 Kwak, E. J., Grable, J. E.: Conceptualizing the use of the term financial risk by non-academics and academics using twitter messages and ScienceDirect paper abstracts. *Social Network Analysis and Mining*, 11(1). (2021).
- 18 Wellalage, N., Hunjra, A., Manita, R., Locke, S.: Tecnologías de la información y la comunicación e inclusión financiera de emprendedores innovadores. *Previsión Tecnológica y Cambio Social*. (2020).
- 19 Li, Z., Chen, H., Mo, B.: Can digital finance promote urban innovation? Evidence from China. *Borsa Istanbul Review*. Vol. 23 8 Pages 285-296. (2022)

20. 20. González-Núñez, J. C., Mariné-Osorio, F. J.: Lack of Retirement Saving Accounts: Empirical Evidence in Mexico. *Journal of Retirement*, 11(3), 1–18. (2024).
21. 21 Mushtaq, R., Murtaza, G., Yahiaoui, D., Alessio, I., Qurat-ul-ain, T.: Impact of financial literacy on financial inclusion and household financial decisions: exploring the role of ICTs. *International Studies of Management & Organization*, 54(1), 68–84. (2023).
22. 22 Al-Hanawi, M. K., Al Rahahleh, N.: Mitigating role of financial inclusion on the perceived difficulties, concerns, and borrowing for medical expenses in Saudi Arabia. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 22(1). (2024).
23. 23 Adugna, H.: Fintech dividend: How would digital financial services impact income inequality across countries? *Technology in Society*, 77. (2024).
24. 24 Sosa, G.: Las billeteras virtuales: un instrumento financiero alternativo para lograr la inclusión financiera. *Perspectivas*. (2023).
25. 25 Wang, Y., Zhao, Z., Lu, C.: Does digital inclusive finance increase land rent? Evidence from rural China. *Economic Analysis and Policy*, 82, 1025–1043. (2024).
26. 26 Xiao, Y., Lin, M., Wang, L.: Impact of green digital finance on sustainable development: evidence from China's pilot zones. *Financial Innovation*, 10(1). (2024).
27. 27 Ansari, M. A. A., Sajid, M., Khan, S. N., Antohi, V. M., Fortea, C., Zlati, M. L.: Unveiling the effect of renewable energy and financial inclusion towards sustainable environment: Does interaction of digital finance and institutional quality matter? *Sustainable Futures*, 7. (2024).
28. 28 Inoue, T.: Digital financial inclusion, international remittances, and poverty reduction. *Journal of Economic Structures*, 13(1). (2024).
29. 29 Shen, Q., Wu, R., Pan, Y., Feng, Y.: Explaining and modeling the impacts of inclusive finance on CO2 emissions in China integrated the intermediary role of energy poverty. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1). (2024).
30. 30 Kou, M., Yang, Y., Chen, K.: Financial technology research: Past and future trajectories. *International Review of Economics and Finance*, 93, 162–181. (2024).

# Prevención contra las estafas electrónicas en adultos mayores: Aproximación a un modelo educativo de alfabetización digital

Alonso Vilchez-Vera<sup>1</sup>[0000-1111-2222-3333], Francisco Paredes-León<sup>2</sup>[0000-0003-3063-1404], Roy Martínez<sup>1</sup>[0000-0002-4223-0272], Luiggi Moreno<sup>1</sup>[0009-0008-0509-7661] and Saara Huaches<sup>1</sup>[0000-0001-9158-7668]

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú  
alonso.vilchez@autonoma.edu.pe

**Abstract.** Una efectiva alfabetización digital puede influenciar positivamente en la habilidad de una persona para detectar indicios de fraude en internet; no obstante, pese al aumento de ciberdelitos en el mundo no existen suficientes iniciativas de formación en competencias virtuales orientadas a poblaciones vulnerables, como es el caso de los adultos mayores. Por ello, el presente trabajo busca estructurar un modelo educativo de alfabetización digital empleando casos de estafa electrónica, y dirigido a adultos mayores sin habilidades digitales previas. Los autores del estudio adoptaron un método hermenéutico-analógico para la exploración de la literatura académica e intervenciones prácticas realizadas en diferentes contextos, a fin de identificar las dimensiones, procesos y mecanismos necesarios para la formación de competencias digitales en personas de la tercera edad. Fueron en total ocho los modelos identificados en documentos académicos y técnicos, los cuales describían las estructuras necesarias para la generación de competencias. El principal aporte de esta investigación es el desarrollo de un modelo formativo, el cual inicia en la inspiración, y luego desarrolla etapas de implementación, reflexión, cambio de pensamiento y desarrollo de competencias, las cuales se describen de manera detallada.

**Keywords:** Alfabetización Digital, Adultos Mayores Fraudes Electrónicos, modelos aplicativos, modelos académicos.

## 1 Introducción

El uso de medios electrónicos para realizar tareas cotidianas, como hacer compras de supermercado, pagar entradas de servicios o revisar estados bancarios, ha mejorado la calidad de vida de las personas (Ramasundaram et al., 2023; Gibson et al., 2022), pero también ha sido motivo de la aparición de distintas modalidades de fraudes en Internet. El *phishing* es la variante más usual de estos delitos, a través de la cual se engaña a las víctimas con perfiles falsos para que proporcionen información personal y financiera, y luego sustraer dinero de sus cuentas. También está el uso de *malwares*, donde se

diseñan softwares para dañar o acceder de forma ilícita a sistemas y datos personales. En tercer lugar, se pueden mencionar los fraudes en compras en línea que ofrecen o solicitan bienes y servicios sin la intención de completar una transacción (El Comercio Online, agosto de 2023).

Los estudios académicos sobre este tema se han enfocado, principalmente, en las características demográficas y psicográficas de los afectados, así como en el nivel de vulnerabilidad de algunos países. Al respecto, Engels *et al.* (2020) destacan la importancia de la educación financiera y las competencias tecnológicas como factores clave para frenar los fraudes en internet, coincidiendo con Xiao *et al.* (2022) y DaDalt (2016) quienes destacan que la Alfabetización Digital (AD) propicia un desarrollo sostenible de la sociedad y una mejora en la calidad integral de las personas. Reisig & Holtfreter (2013), por su parte, analizan factores demográficos y sociológicos de la población afectada por estos delitos, identificando que existen sectores de la población más vulnerables que otros. En general, este tipo de alfabetización ayuda a las personas a identificar información errónea o falsa, mejora reacción ante amenazas y brinda capacidad de respuesta ante situaciones que puedan vulnerar su privacidad personal o la seguridad de su información (Tinmaz *et al.*, 2022; Wedlake y Bugre, 2023). Pocos trabajos han explorado el desarrollo de este proceso en países de latinoamericana, al igual que el efecto que tiene en la reducción de fraudes en sectores vulnerables DaDalt (2016).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020) resalta la importancia de la Alfabetización Digital (AD) como un proceso necesario para el acceso universal a la información y el conocimiento, así como para la construcción de un mundo interconectado. Para ejecutar un proyecto de AD se necesitan modelos educativos dinámicos que no sólo se enfoquen en el manejo de recursos técnicos, sino que integren niveles de conciencia, habilidades prácticas y competencias necesarias para acceder, evaluar, gestionar y comunicarse con otras personas a través de los canales que ofrece internet, entendiendo los riesgos presentes en este medio (Samaniego, 2022; López *et al.*, 2017; Iordache *et al.*, 2017). Estos modelos se generan de acuerdo a los escenarios socioculturales de los participantes, incorporando herramientas y procesos educativos para generar las competencias necesarias (Martínez *et al.*, 2016).

En el caso de Perú, Los fraudes electrónicos han aumentado exponencialmente en los últimos años. La División de Investigación de Delitos de Alta Tecnología (Divindat) de la Policía Nacional de Perú (PNP, 2024) registró 4,168 denuncias por estos delitos en el 2020, 5,620 en el 2021 y 3,946 en el 2022 y más de 21,800 en el 2023, generando más de 26 millones 977 mil dólares en pérdidas económicas (Guardamino, diciembre de 2023). Los adultos mayores, con edades por encima de los 60 años, son el grupo poblacional más vulnerable a estos delitos, tanto por el desconocimiento que tienen de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC's), así como por limitantes físicas, visuales, auditivas, motoras e incluso de memoria propias de su edad (Cabaldón, 2007). Hasta diciembre del 2019, sólo un 23% de esta población en Perú contaban con habilidades demostradas en torno al uso de internet (ONP, 2023)

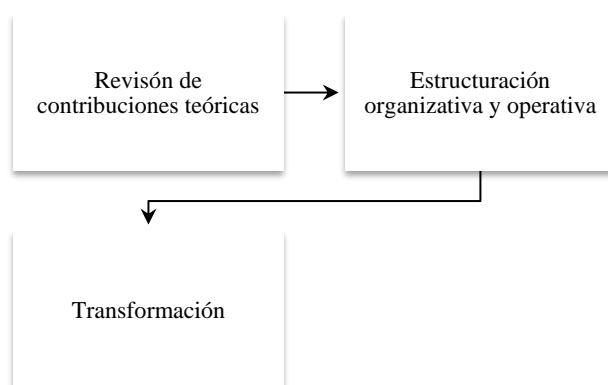
Frente a este contexto, la presente investigación se propuso generar un modelo educativo de alfabetización digital enfocado en la prevención de fraudes electrónicos en adultos mayores, cuya principal competencia será generar la capacidad de identificar situaciones de estafa potenciales a través de casos y evaluación de situaciones.

## 2 Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se adopta un enfoque cualitativo mediante el Método de Modelación Teórico-Práctico (MMTP) (Deroncele-Acosta *et al.*, 2023), el cual se divide en tres procedimientos o fases. La primera es conocida como Incorporación de la contribución teórica, y consiste reunir nuevos elementos conceptuales que han surgido producto de una resignificación realizada a través de procesos hermenéuticos de teorías sustantivas o emergentes de carácter sociológico, pedagógico, humanista o de otra índole, siendo en este caso la identificación de modelos funcionales de Alfabetización Digital (AD).

La segunda fase se denomina Estructuración organizativa y operativa, donde los investigadores definen las acciones, conjunto de pasos, estrategia, programa, plan, u otro mecanismo que conllevará a la solución de la categoría meta. En ese caso, este proceso se enfoca en la generación de un nuevo modelo, detectando las áreas de oportunidad de los esquemas previamente identificados.

La tercera, y última fase, se denomina Transformación. En este punto se deben evidenciar los beneficios que obtiene la categoría meta, que corresponde a la situación final producto del trabajo intelectual realizado por los investigadores. El esquema de solución fue elaborado gráficamente, y busca establecer un sistema de formación dinámico que brinde las herramientas a la población de adultos mayores para hacer frente a la ciberdelincuencia. En la Figura 1 se aprecia la ruta metodológica adoptada en la presente investigación para la generación del modelo



**Fig. 1.** Método de Modelación Teórico-Práctico (MMTP). Elaborado a partir de Deroncele-Acosta et al. (2023).

### 3 Resultados

De acuerdo a lo colegido, el objetivo principal de esta investigación es generar un modelo educativo de alfabetización digital enfocado en la prevención de fraudes electrónicos en adultos mayores. Para ello, se consideraron ocho modelos desarrollados entre el 2012 hasta el 2023, y que tuvieron como meta la generación de competencias digitales en diferentes sectores vulnerables de la población.

Acorde con el Método de Modelación Teórico-Práctico (MMTP) el trabajo se realizó en tres fases, las cuales se describen a continuación:

#### 2.1 Primera fase: Incorporación de la contribución teórica.

Fueron en total ocho los modelos de gestión y evaluación identificados como parte de esta investigación. Se trata de del Modelo de Alfabetización Digital Crítica, el Modelo de Alfabetización Digital centrado en Storytelling (DIGIFELEN), el Modelo de Alfabetización Digital centrado en la Autenticidad, el Modelo de Alfabetización Digital desde la perspectiva del Gobierno Electrónico, el Modelo de Alfabetización Digital enfocado en combatir Fake News, el Modelo de Alfabetización Digital desde la Didáctica Educativa, el Modelo de Alfabetización Digital Evolutiva y el Modelo de Alfabetización Digital Integral. Todos ellos desarrollaron en distintos contextos, considerando principalmente su aplicación para generar competencias en poblaciones vulnerables ante riesgos existentes en internet.

Entre las fortalezas identificadas de estos modelos se puede destacar su aplicación pragmática en etapas, teniendo en cuenta la necesidad de un proceso educativo organizado para grupos de personas sin habilidades digitales previas. Otra de las ventajas identificadas es el enfoque en competencias y la evaluación constante de la adquisición de habilidades por parte de los participantes.

No obstante, se identificaron también algunas debilidades de los modelos existentes. En primer lugar, la esquematización de estas estructuras de gestión no sigue un enfoque centrado en casos específicos, sino que por el contrario se orientan a una perspectiva holística que conlleve a un entendimiento general del contexto online. Asimismo, en la mayoría de los casos se han establecido niveles basado en las dimensiones de este proceso, pero se necesitan resaltar determinados rasgos, factores, elementos, funciones o regularidades del proceso (Huertas *et al.*, 2020).

Asimismo, los ocho modelos formativos analizados en este trabajo no fijan sus propios límites, complicando actividades futuras para actualizarlo y mejorarlo, pese a tener divisiones por niveles, sólo se trata de etapas dimensionales. A continuación, se presenta una descripción de los modelos considerados.

##### 2.1.1 Modelos de Alfabetización Digital.

*Modelo de Alfabetización Digital Crítica.* Se enfoca en el pensamiento crítico y la alfabetización sociomaterial alineada a la tecnología. Samaniego (2022) presenta una lista de puntos a tener en cuenta a la hora de diseñar un programa de formación digital, considerando las construcciones mentales (entendimiento del texto online,

consideración de la coproducción, y elementos críticos en la construcción social), además infraestructuras (ciber estructuras, trabajo infraestructural y elementos críticos de la misma), traducciones (semiótica de los elementos online, traducciones en redes y elementos críticos), patrones (comprensión de aparatos, reconocimiento de elementos y elementos críticos). Como se aprecia en cada categoría existen factores críticos, como una competencia esencial en las personas que se adentran en el contexto digital.

*Modelo de Alfabetización Digital centrado en Storytelling (DIGIFELEN).* Este modelo educativo se basa en el enfoque de ‘aprendizaje-servicio’, que consiste en potenciar las competencias digitales y audiovisuales de sus usuarios a través de una serie de historias en videos educativos donde se abarcan temas como la competencia digital, competencia audiovisual, el desarrollo del lenguaje y los valores. Cabe precisar que, para la creación de los videos se consideraron criterios como la generación de aprendizaje, la adaptabilidad, la motivación, la accesibilidad del contenido audiovisual, la navegación, entre otros (Hervás *et al.*, 2022)

*Modelo de Alfabetización Digital centrado en la Autenticidad.* Este modelo promueve la mejora de las capacidades digitales de los participantes a través del despliegue de tres cursos especializados en competencias digitales: (1) Tecnología en educación, (2) entornos virtuales y (3) creación de recursos educativos digitales. La meta es generar competencias en información y alfabetización informacional, creación de contenido digital, comunicación y colaboración, seguridad y resolución de problemas. Camacho y Salinas (2022) buscan potenciar estas capacidades digitales especialmente en estudiantes universitarios.

*Modelo de Alfabetización Digital desde la perspectiva del Gobierno Electrónico.* Este modelo emplea plataformas multimedia para ayudar a los ciudadanos adultos mayores a contextualizar el uso de las herramientas tecnológicas. Valenzuela *et al.*, (2022) señala que el proceso inicia con (1) autoeficiencia en las plataformas, (2) autodeterminación, (3) control de sus propias conductas, situando al participante en el logro de sus propias acciones, (4) reconocimiento del aprendizaje y, finalmente (5) empoderamiento, que implica el responder de manera efectiva ante situaciones críticas en el mundo online.

*Modelo de Alfabetización Digital enfocado en combatir Fake News.* Este modelo parte de (1) desarrollar una identidad digital, (2) gestionar el aprendizaje de redes sociales, (3) selección y filtrado de contenidos, y finalmente (4) creación de contenido claro que ayude a combatir la desinformación. En este esquema de trabajo Pérez-Escoda *et al.* (2019) proponen acciones concretas desde la educación como paliativo a los riesgos que genera la información maliciosa a la institucionalidad y a la sociedad de consumidores.

*Modelo de Alfabetización Digital desde la Didáctica Educativa.* George (2018) vincula la AD con la práctica docente en su dimensión didáctica, debido a que este factor educativo representa un elemento indispensable para los educadores y la generación de contextos de aprendizaje dinámicos. Su modelo se centra en el uso que se debe brindar

a la tecnología, la creación y socialización de contenidos, la colaboración en red, y finalmente la comprensión crítica del uso de estas herramientas.

*Modelo de Alfabetización Digital Evolutiva.* Rangel y Peñalosa (2013) establecen las dimensiones tecnológica, informacional, axiológica, pedagógica y comunicativa como los elementos determinantes de un proceso de AD, a fin de desarrollar un modelo de aplicación y medición de la capacidad de este proceso, que no sólo se enfoque en el desarrollo de capacidades técnicas, sino también conceptuales y críticas por parte de los usuarios. Además, mencionan que la definición de competencia se refiere a la capacidad humana de ejecutar actividades a través de sus diferentes recursos personales y contextuales.

*Modelo de Alfabetización Digital Integral.* La Fundación Telefónica (2012) plantea un esquema de gestión centrado en el mercado global, los micro contenidos hipertextualizados, la comunicación multimedia, las redes sociales y los entornos virtuales donde se deben generar competencias y habilidades requeridas para construir una identidad digital, la cual debe ser la meta de la alfabetización digital.

## 2.2 Segunda fase: Estructuración organizativa y operativa.

En esta fase se determina el esquema funcional del modelo de Alfabetización Digital (AD) planteado, el cual ha sido elaborado como una alternativa ante el aumento de fraudes electrónicos. Deroncele-Acosta *et al.* (2023) destacan que la estructuración de un modelo implica partir de un pensamiento holístico e integrador para entender los eventos y los fenómenos de la realidad de manera paralela a los procesos y sus interacciones. En este caso el modelo desarrollado se denomina MADCFE (Modelo de Alfabetización Digital Contra Fraudes Electrónicos), y cuenta con dos competencias y una sección de control:

*Competencias Digitales-Formativas:* En este punto es necesaria la presentación de casos y ejemplos relacionados con los fraudes financieros en internet, tanto a nivel nacional como internacional. La meta en este punto radica en que cada integrante comprenda las situaciones que pueden suceder y que tomen conciencia del riesgo existente en internet.

Este nivel se divide en cuatro etapas:

La primera etapa incluye dos actividades en concreto. (1) Inspiración e identidad digital, donde los participantes deben generar su perfil para internet, entendiendo sus características y el mercado al cual pertenecen. Asimismo, en este punto es esencial que todos compartan ideas claras sobre la importancia de internet para sus vidas. Al finalizar esta etapa pasan a (2) Autodeterminación, donde todos los participantes deben sentirse decididos a adquirir las habilidades necesarias para estar en el mundo digital. Estos dos puntos son desarrollados en talleres vivenciales para generar capacidades socio-emocionales.

La segunda etapa comprende dos actividades. Inicialmente, (3) El manejo de herramientas online corresponde a la identificación de los distintos mecanismos disponibles en internet, tanto de manera gratuita como pagada para enfrentar situaciones de riesgo, así como también es necesario realizar una (4) Protección de datos personales y backup como medida de control ante la detección de un riesgo potencial. En esta etapa se desarrollan habilidades técnicas.

En una tercera etapa se presenta una actividad clave. Se trata de (5) Los valores aplicados a internet, donde los participantes en el programa deben entender la importancia de mantener una conducta adecuada ante situaciones de conflicto, realizando denuncias o acciones prudentes dentro del entorno online. En esta etapa se desarrollan capacidades emocionales en los participantes.

La cuarta, y última etapa, comprende una sola actividad denominada (6) Creación de contenidos, donde los participantes deben dominar la capacidad de generar información de manera orgánica y patrocinada, y gestionar de manera adecuada sus perfiles en línea. Se trata de una etapa en donde las acciones están enfocadas principalmente en capacidades sociales.

*Competencias de Protección-Estratégicas:* En este punto se desarrollan habilidades específicas centradas en reaccionar ante un fraude electrónico. Existen cuatro etapas para el logro de la competencia:

La primera etapa corresponde a la detección de riesgos de potenciales fraudes, en donde los participantes deben identificar situaciones que muestren características relacionadas con posibles estafas en internet. Es esencial que puedan identificar las características de páginas falsas o el uso de dominios ilegales. Esta función se apoya en la generación de identidad digital y autodeterminación de la etapa formativa.

La segunda etapa se enfoca en el bloque de canales online, donde se establecen las acciones de control necesarias para frenar el intento de los ciberdelincuentes. Esta medida se apoya en el uso de herramientas digitales y la protección de datos de la competencia formativa.

La tercera etapa se enfoca en la denuncia y reporte de los casos ante fuentes policiales. Esta tarea requiere conocer las rutas más adecuadas y prácticas para comunicarse con las autoridades correspondientes. Se apoya en las actividades de valores en internet, debido a la necesidad de responder con honestidad y respetando las reglas y normas vigentes en el país.

La cuarta y última etapa corresponde a compartir, enseñar y advertir a la sociedad mediante canales formales sobre la situación presentada. Esto se apoya en las actividades de creación de contenido de la competencia formativa.

*Fase Evaluativa:* Para contrastar el nivel de aprendizaje y desarrollo de habilidades de los participantes se realizan cuatro acciones de control durante el proceso. Los dos primeros corresponden a casos de análisis en la primera y segunda etapa, a fin de

comprobar si la detección y bloqueo de canales son los adecuados frente a una potencial estafa digital. Las dos últimas etapas son evaluadas mediante simulaciones prácticas, donde los adultos mayores deben reportar una denuncia y compartir los contenidos ante un hecho específico que será presentado en sus cuentas virtuales.

Cabe precisar que, el modelo MADCFE (Modelo de Alfabetización Digital Contra Fraudes Electrónicos) se enfoca en la población de personas adultas mayores y es cíclico, es decir que se retroalimenta en diferentes etapas del proceso, como se aprecia en la Figura 2, donde se muestran las etapas, actividades y acciones control correspondientes.

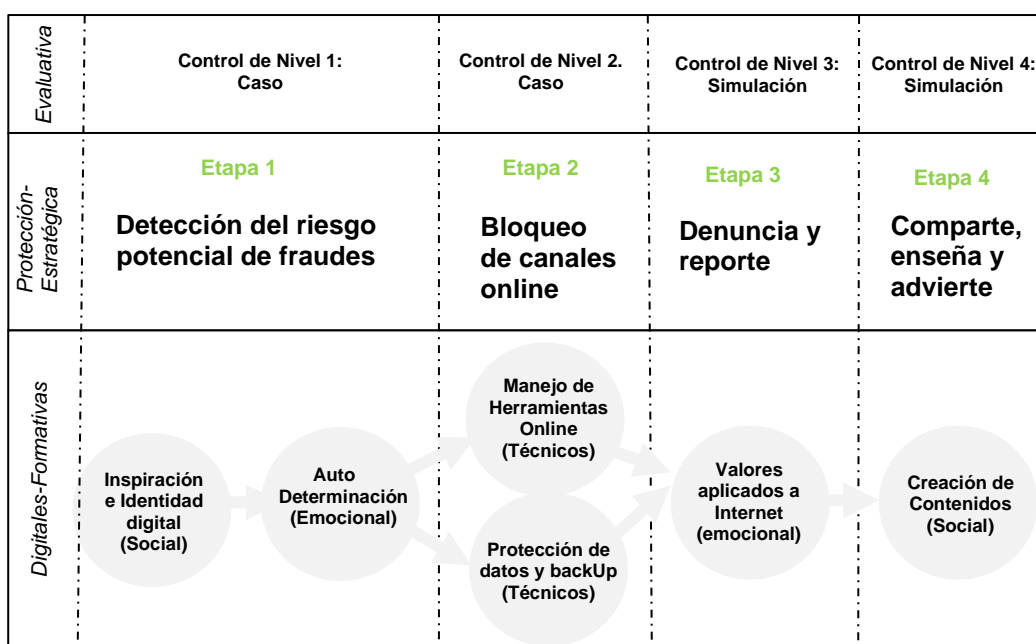


Fig. 2. Etapas y actividades del modelo MADCFE (elaboración propia, 2024).

### 2.3 Tercera fase: Transformación

En este punto se deben evidenciar los beneficios del modelo MADCFE, considerando las mejoras existentes respecto a los modelos identificados y presentados en la sección de introducción de este trabajo. Las tres principales ventajas del esquema de trabajo son las siguientes:

*Enfocado en un proceso ágil:* Al recortar etapas y establecer puntos conectados el modelo presenta un esquema simplificando que concede mayor sentido a las tareas y metas por etapa, enmarcándolo en una perspectiva específica.

*Provisionalidad:* Este modelo es perfectible de mejoras en virtud de nuevos esquemas de trabajo, debido a que se presenta en un sentido modular, permitiendo recortar acciones o incrementarlas de acuerdo a nuevas necesidades de los usuarios.

*Aplicabilidad:* Este modelo es totalmente aplicable a la realidad peruana.

## 4 Conclusiones

Este trabajo está sujeto a diversas limitaciones. En primer lugar, se trata de una investigación cualitativa basado en una propuesta hermenéutica, por lo que se requiere un contraste con expertos y luego una evaluación experimental para determinar la viabilidad del modelo propuesto. Las investigaciones futuras deben incorporar ensayos aleatorizados para proporcionar una comprensión más clara de su aplicabilidad. En segundo lugar, los modelos identificados corresponden a diferentes culturas, por lo que el modelo planteado requiere un contraste con la realidad nacional. Aunque se ha seguido un esquema metodológico estricto, las futuras investigaciones podrían mejorar el rigor metodológico.

A pesar de estas limitaciones, la presente investigación aporta una nueva perspectiva a la educación financiera. Se trata de un primer esquema de alfabetización digital centrado en la prevención de ciberdelitos a nivel de Sudamérica, aún centrado en una población altamente vulnerable a estas situaciones de alerta social.

## References

1. Camacho-Navarro, A., Salinas-García, R.: Estrategia basada en la evaluación auténtica para el desarrollo de competencias digitales en la formación inicial docente. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*12(24), (2022).
2. DaDalt, O.: Older adults and fraud: Suggestions for policy and practice. *Journal of Economic and Financial Studies*, 4(3), 38–44, (2016).
3. Deroncele-Acosta, Á., Brito-García, J., Sánchez-Trujillo, M., Delgado-Nery, Y., Medina-Zuta, P.: Método de modelación teórico-práctica en ciencias sociales. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(3), 366-384, (2023).
4. Engels, C., Kumar, K., & Philip, D.: Financial literacy and fraud detection. *The European Journal of Finance*, 26(4-5), 420-442, (2020).
5. Fundación Telefónica. Alfabetización digital y competencias informacionales (Vol. 20). (2012).
6. Gibson, S., Hsu, M. K., & Zhou, X.: Convenience stores in the digital age: A focus on the customer experience and revisit intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, (68), (2022).
7. George, C.: Alfabetización digital en la dimensión didáctica de la práctica docente, elementos para su análisis. *EDUCIENCIA*, 3(2), 30–39, (2018).
8. Guayara, C., Millán, E., Gómez, C.: Diseño de un curso virtual de alfabetización digital para docentes de la Universidad de la Amazonia. *Revista científica*, (34), 34-48. (2019).
9. Hervás, M., Soto, P., Bellido, M.: E-aprendizaje-servicio. Propuesta de videoteca para la innovación educativa. *Revista Internacional de Tecnología, Ciencia y Sociedad*, 11(3), 1–17. (2022).

10. Huertas, T., Suárez, E., Salgado, M., Jadán, L., Jiménez, B.: Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. *Revista Universidad y sociedad*, 12(1), 165-177. (2020).
11. López, N., Robles, A., Gómez, A., Hernández, J.: Alfabetización digital a padres de familia en el uso de las redes sociales. *Alteridad: revista de educación*, 12(1), 8-19. (2017).
12. Martínez, F., Subías, J., Cassany, D.: Acercamiento etnográfico a la alfabetización digital en un Instituto de Educación Secundaria Obligatoria en Barcelona. *Revista de Investigación Educativa*, (23), 190-215. (2016).
13. Escoda, A., Fernández, E., & Esteban, L.: Alfabetización digital para combatir las *fake news*: Estrategias y carencias entre los/as universitarios/as. *Prisma Social: revista de investigación social*, (38), 221-243, (2022).
14. Ramasundaram, A., Pandey, N., Shukla, Y., Alavi, S., & Wirtz, J.: Fluidity and the customer experience in digital platform ecosystems. *International Journal of Information Management*, (69), (2023).
15. Rangel, A., Peñalosa, E.: Alfabetización digital en docentes de educación: construcción y prueba empírica de instrumento de evaluación. *Revista de Medios y Educación*, 43, 9-23. (2013).
16. Reising, M. D., & Holtfreter, K.: Shopping fraud victimization among the elderly. *Journal of Financial Crime*, 20(3), 324–337, (2013).
17. Samaniego, J.: Un modelo de alfabetización digital crítica desde los estudios de ciencia y tecnología. *Disertación doctoral*. Universidad de Salamanca. (2022).
18. Stover, J., Fernández, M., Castro, A.: Escala de uso problemático generalizado del internet: adaptación para adultos de Buenos Aires. *Revista de Psicología (PUCP)*, 41(2), 1127-1151. (2023).
19. Tinmaz, H., Lee, Y. T., Fanea-Ivanovici, M., & Baber, H.: A systematic review on digital literacy. *Smart Learning Environments*, 9(1), 1–18, (2022).
20. Valenzuela, C., Rodríguez, F., Oliveros, S.: Gobernanza electrónica e inclusión digital de personas mayores mediante estrategias de alfabetización digital e informacional en la localidad de Placilla, *Palabra clave*, 12(1). (2022).
21. Wedlake, S., & Bugre, C.: The potential of digital literacy to curb problematic information: An integrative literature review. *March*. In *International conference on information*. 395–404, (2023).
22. Xiao, X., Li, X., & Zhou, Y.: Financial literacy overconfidence and investment fraud victimization, *Economics Letters*, 212, (2022).

# Retos Digitales: Educación Financiera e Inclusión Financiera en Estudiantes Universitarios de Lima Sur

Olórtegui Alcalde Luis Miguel<sup>1</sup>[0000-0002-1072-4497], Saldaña Narro Julio Brayan<sup>2</sup>[0000-0003-1883-8218] y Riva Nole Luciana Stephanie<sup>3</sup>[0000-0002-3368-7860]

<sup>1,2,3</sup> Universidad Autónoma del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Lima, Perú

lolorteguia@autonoma.edu.pe  
jsaldanan@autonoma.edu.pe  
lriva@autonoma.edu.pe

**Resumen.** Debido a la importancia de contar con un correcto conocimiento financiero, es importante educar a los estudiantes para que desarrollen habilidades que les permitan gestionar adecuadamente sus finanzas personales y mejorar su bienestar económico. El objetivo de la presente investigación es identificar la relación entre la educación financiera y la inclusión financiera en los estudiantes de una universidad en Lima sur, con el fin de reflexionar sobre la importancia de contar con una base financiera sólida en el contexto digital. La metodología de la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, es de tipo básica, de nivel correlacional y con un diseño no experimental. La población de estudio incluyó a 244 estudiantes, de los cuales se seleccionó una muestra de 150 estudiantes. El instrumento utilizado fue una encuesta con 20 ítems sobre educación financiera y 20 ítems sobre inclusión financiera. La discusión de acuerdo con los resultados obtenidos mostró una fiabilidad de 0.872 para el cuestionario de educación financiera y una fiabilidad de 0.848 para el cuestionario de inclusión financiera. Además, se evidenció una relación positiva directa y alta entre las variables de estudio, con un Rho de Spearman de 0.642. La principal conclusión es promover capacitaciones tanto para docentes como para estudiantes para poder mejorar sus conocimientos y destacar la importancia de la inclusión financiera desde una edad temprana, esto facilitará el acceso a los diversos productos y servicios financieros disponibles en el mercado, los cuales pueden ser utilizados de manera más eficiente a través de los medios digitales.  
**Palabras claves:** Educación Financiera, Inclusión Financiera, Retos Digitales.

## 1 Introducción

En un contexto donde se observa una falta de reforzamiento y solidez en los conocimientos financieros de los estudiantes, es crucial tener un conocimiento adecuado para desarrollar habilidades en el manejo inteligente de productos financieros que promuevan su bienestar económico. Para abordar este problema, es necesario educar a los estudiantes en este ámbito para que puedan gestionar eficazmente sus finanzas personales [1]-[2].

El análisis realizado en el presente trabajo de investigación formula el siguiente problema: ¿Cuál es la relación entre la educación financiera e inclusión financiera de los estudiantes de una universidad de Lima sur?

La educación financiera implica comprender los conceptos financieros y desarrollar las habilidades y actitudes necesarias para gestionar adecuadamente las finanzas personales, mejorando así el bienestar financiero. Si se adquiere correctamente, permite un uso eficiente de productos y servicios financieros, ya que las personas estarán equipadas con el conocimiento necesario para manejarlos inteligentemente y evitar errores que puedan afectar negativamente su bienestar económico [3]-[4].

Es importante resaltar que debido a la pandemia de la Covid-19, resultó un inesperado cierre de diversos negocios que produjo una cantidad considerable de desempleos, este suceso hizo reflexionar con énfasis la importancia de los ahorros para la contención de los gastos y salida de dinero que resaltó la falta de educación financiera en la población [5].

La crisis sanitaria global aceleró la adopción de tecnologías digitales en todo el mundo, con un aumento significativo en el uso de billeteras electrónicas y herramientas basadas en TIC para realizar operaciones bancarias. Muchos adultos que previamente no tenían cuentas bancarias tuvieron que recibir pagos en efectivo del gobierno. A pesar de estos avances, en ciertas naciones persisten dificultades en materia de educación financiera, evidenciando la necesidad continua de mejorar la alfabetización financiera en la población [6]- [7].

La inclusión financiera digital tiene como finalidad el poder contar con acceso a productos financieros que puedan lograr satisfacer las necesidades requeridas y que pueda servir de manera responsable y de manera sostenible que puedan ser accesibles desde canales digitales como los dispositivos móviles y computadoras [8].

Considerando informes de conocimientos financieros, se muestra que 8 de cada 10 personas afirman haber firmado un contrato financiero sin conocer bien las cláusulas y condiciones estipuladas [9].

La capacidad de ahorro ha disminuido sustancialmente en los peruanos como consecuencia en primera instancia por el impacto que se ha tenido por la pandemia y también por la disminución de ingresos estables en las familias [10].

La bancarización ha podido tener grandes avances en estos últimos años buscando que las personas puedan acceder de manera más eficiente a una cuenta bancaria y, por ende, también puedan cobrar sus subsidios de una manera automatizada con los medios digitales [11].

Aterrizando al plan educativo del contexto peruano en lima metropolitana, se puede observar que los estudiantes carecen de habilidades financieras, la mayoría de ellos no planifican sus gastos y muchos de ellos tienen deudas desde temprana edad. Aunque es cierto que una gran parte de la población posee algún producto o servicio financiero, los usuarios no los administran adecuadamente [12]- [13].

En relación con la inclusión financiera digital en las instituciones educativas, la mayoría de las universidades disponen únicamente de un cajero automático en el campus, lo que ocasiona retrasos en las transacciones debido a que, en varias ocasiones, no es suficiente para la cantidad de estudiantes que lo necesitan. Además, fuera del campus no hay sucursales bancarias cercanas para realizar operaciones bancarias, lo que destaca la importancia creciente de la digitalización en este ámbito [14]- [15].

Organizaciones internacionales se dedican a promover la educación financiera como parte de su responsabilidad social, convirtiéndose en actores fundamentales para el desarrollo de los mercados financieros y para fomentar el conocimiento en la planificación de gastos y ahorros [16]-[17].

Es importante profundizar también sobre los principales alcances de la inclusión financiera, centrándose en que se entiende como principio el acceso a todos los productos y servicios financieros en un territorio, viéndolo adicionalmente con ejes respecto al acceso, calidad de producto y servicios financieros [18]- [19].

Finalmente, la inclusión financiera es un componente fundamental para los países y está contemplada en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, ya que puede contribuir a disminuir la desigualdad a nivel nacional y, por ende, en la población. En el contexto digital, la primera medida consiste en la digitalización de los pagos, lo cual permite a los consumidores acceder a servicios digitales sin necesidad de estar presentes físicamente [20].

## **2 Materiales y métodos**

El presente estudio tiene un enfoque cuantitativo debido a que se realizó una recolección de datos para analizarlos e ingresarlos al programa estadístico con el fin de obtener resultados, es de tipo básico porque se basó en teorías para fundamentar el estudio y llegar a la resolución del problema de investigación y es de nivel correlacional, porque se tiene como propósito fundamentar la relación que existen entre las variables de estudios [21]- [22]- [23].

La población de estudio está compuesta por 244 estudiantes y una muestra de 150 estudiantes de una universidad de Lima sur. Se aplicó la técnica de la encuesta para poder obtener datos de la muestra de estudio y conocer de manera objetiva la relación que existe entre la educación financiera e inclusión financiera de los estudiantes de una universidad de Lima sur. Dicha encuesta fue conformada por 20 ítems para la prueba de la variable educación financiera y 20 ítems para la prueba de la variable inclusión financiera.

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de la variable educación financiera.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición y valores	Niveles y rangos
Conocimientos financieros	▪ Comprensión de productos y servicios	1 al 9	1. Nunca 2. Casi nunca 3. A veces 4. Casi siempre 5. Siempre	Bueno: [38-45]
	▪ Conocimiento de derechos			Regular: [27-27]
	▪ Conocimiento de responsabilidades			Malo: [13-26]
Habilidades financieras	▪ Administración de finanzas personales	10 al 14	4. Casi siempre 5. Siempre	Bueno: [20-25]
	▪ Autocontrol			Regular: [16-19]
Actitudes financieras	▪ Toma de decisiones	15 al 20		Bueno: [24-30]
	▪ Ahorro			Regular: [19-23]
				Malo: [9-18]

Considerando que la variable educación financiera mostrada en la tabla 1 tiene el concepto de ser un proceso de conocimiento, habilidades y actitudes en las personas para que contribuya en su bienestar financiero, se desagregan 03 dimensiones mencionadas: conocimientos financieros, habilidades financieras y actitudes financieras [24].

**Tabla 2.** Cuadro de operacionalización de la variable inclusión financiera.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición y valores	Niveles y rangos
Acceso a servicios financieros	▪ Infraestructura financiera	1 al 9	1. Nunca 2. Casi nunca 3. A veces 4. Casi siempre 5. Siempre	Bueno: [35-43]
	▪ Conocimiento de productos			Regular: [28-34]
	▪ Tendencia de productos			Malo: [18-27]
Uso de servicios financieros	▪ Transacciones básicas	10 al 14	3. A veces 4. Casi siempre 5. Siempre	Bueno: [21-24]
	▪ Activos			Regular: [17-20]
Calidad de servicios financieros	▪ Confianza	15 al 20		Bueno: [24-29]
	▪ Calidad percibida			Regular: [19-23]
				Malo: [7-18]

Considerando que la variable inclusión financiera mostrada en la tabla 2 tiene el concepto de generar el acceso y uso de servicios financieros de calidad para todos los estratos de la población, se desagregan 03 dimensiones mencionadas: acceso, uso y calidad de los servicios financieros [25].

Finalmente, después de culminar con la recolección de datos, se elaboró una base de datos procesados mediante el Microsoft Excel y el IBM SPSS 27.0. Asimismo, se analizó la confiabilidad del estudio mediante la prueba de alfa de Cronbach y se aplicó la prueba Rho de Spearman para conocer el nivel de correlación que existe entre las variables educación financiera e inclusión financiera.

### 3 Resultados

El análisis de la fiabilidad del instrumento para medir la variable de educación financiera arrojó un coeficiente de 0.872. Este resultado indica una excelente confiabilidad, ya que se sitúa dentro del intervalo aceptable de 0.72 a 0.99, lo que demuestra que el instrumento es adecuado para su uso. De manera similar, el análisis de fiabilidad del instrumento para la variable de inclusión financiera obtuvo un coeficiente de 0.848. Este valor también se considera excelente, pues se encuentra dentro del mismo rango, confirmando la aplicabilidad del instrumento.

Los resultados obtenidos fueron procesados para evaluar la correlación entre las variables de educación financiera e inclusión financiera, así como sus respectivas dimensiones. Como se puede observar en la tabla 3, se tuvo en cuenta el nivel de correlación para determinar la relación entre estas variables. Este análisis es crucial para comprender cómo interactúan las variables y para diseñar estrategias efectivas que mejoren tanto la educación como la inclusión financiera.

**Tabla 3.** Resultados de correlación entre la educación financiera e inclusión financiera

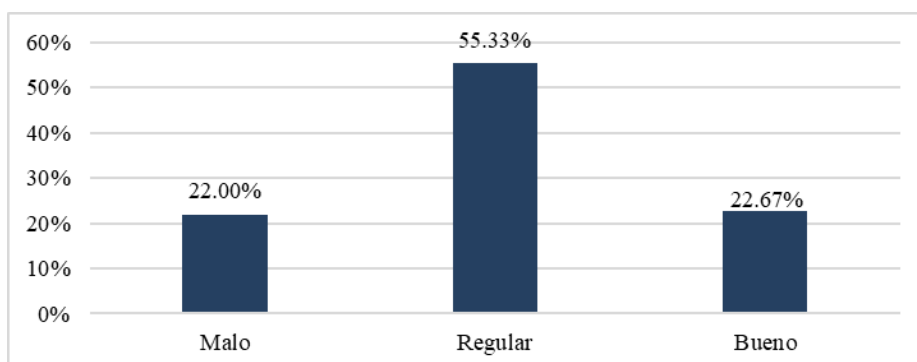
		Inclusión financiera	
Rho de Spearman	Educación financiera	Coefficiente de correlación	0.642
		Sig. (bilateral)	0.001
		N	150

En la tabla 3 se muestra el nivel de correlación positiva de ambas variables con un Rho de 0.642, que se interpreta que mientras se incremente la educación financiera en los estudiantes, el acceso a productos y servicios financieros (sobre todo digitales) será mayor, ya que podrán aplicar dichos conocimientos adquiridos para poder beneficiarse y obtener un bienestar financiero.

**Tabla 4.** Análisis de la relación entre la educación financiera e inclusión financiera.

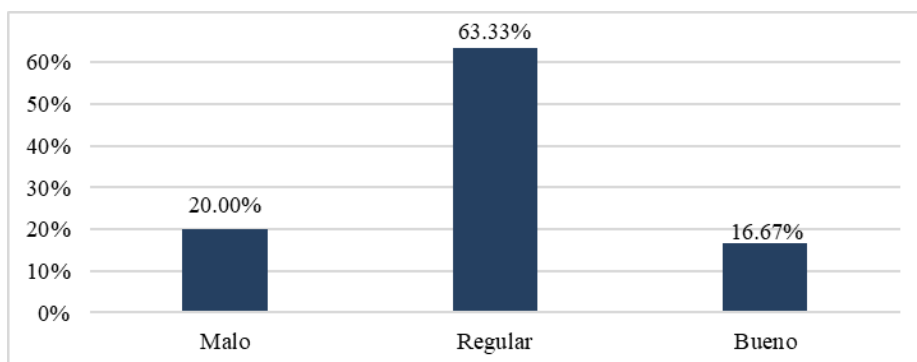
Educación financiera	Inclusión financiera						Total	
	Malo		Regular		Bueno		fi	%
	fi	%	fi	%	fi	%		
Malo	20	13.3%	13	8.7%	0	0.0%	33	22.0%
Regular	9	6.0%	65	43.3%	9	6.0%	83	55.3%
Bueno	1	0.7%	17	11.3%	16	10.7%	34	22.7%
Total	30	20.0%	95	63.3%	25	16.7%	384	100.0%

En la tabla 4 se muestra que el 13.3% de los estudiantes encuestados consideran mala la relación entre las 2 variables, el 43.4% de los estudiantes encuestados consideran regular la relación de dichas variables y el 10.7% de los estudiantes encuestados consideran como buena la relación entre dichas variables, afirmando que existe una correlación positiva.



**Figura 1.** Análisis porcentual de la variable educación financiera

En la figura 1 se evidencia 83 estudiantes encuestados (representando el 55.33%) que consideran que cuentan con educación financiera en un nivel regular, se evidencia 34 estudiantes encuestados (representando el 22.67%) que consideran que cuentan con educación financiera en un nivel bueno y se evidencia 33 estudiantes encuestados (representando el 22%) que consideran que cuentan con educación financiera en un nivel malo. Lo más resaltante es el nivel regular presentado, lo que demuestra que los conocimientos financieros no son suficientes para lograr administrar correctamente sus ingresos. Además, que se carece de una adecuada educación financiera desde el colegio en sus estudiantes, lo cual es relevante para el desarrollo personal.



**Figura 2.** Análisis porcentual de la variable inclusión financiera

En la figura 2 se evidencia 95 estudiantes encuestados (representando el 53.33%) que consideran que cuentan con inclusión financiera en un nivel regular, se evidencia que 30 estudiantes encuestados (representando el 20%) que consideran que cuentan con inclusión financiera en un nivel malo, y se evidencia 25 estudiantes encuestados (representando el 16.67%) que consideran que cuentan con inclusión financiera en un nivel bueno. Lo más resaltando es el nivel regular presentado, lo que demuestra que los estudiantes no se encuentran en el sistema financiero por motivos como la falta de oficinas o falta de sedes y cajeros automáticos.

## 4 Discusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos para determinar la relación existente entre la educación financiera e inclusión financiera en una universidad privada de Lima metropolitana, se obtuvo una correlación positiva. La correlación obtenida permite relacionar la investigación con estudios previos. Con relación a la variable educación financiera, la investigación realizada por [26] identificó que una persona con sólida formación sobre educación financiera sabrá cómo acceder a las entidades bancarias, además de considerar ahorrar en el sistema formal con conocimientos, administración de sus finanzas y toma de decisiones, ello se contrasta con las dimensiones de dicha variable que son: conocimientos financieros, habilidades y actitudes financieras.

Con relación a la variable inclusión financiera, la investigación realizada por [27] revela que, si la población tiene una facilidad progresiva de acceso a servicios o productos financieros de calidad, podrán evitar errores al momento de utilizar tarjetas de crédito, débito, o al momento de evaluar para obtener un préstamo, o un seguro, para poder lograr un adecuado bienestar financiero, ello se contrasta con las dimensiones de dicha variable que son: el acceso, el uso y la calidad de servicios financieros.

Adicionando a la variable de inclusión financiera, es importante resaltar estudios donde realzan la necesidad de contar con un énfasis digital conforme a lo que demanda la coyuntura actual. Surge así una importancia en reducir de forma progresiva las brechas que impiden que las personas cuenten con ciertos beneficios financieros con respecto a la digitalización, dichas brechas suceden principalmente por falta de conocimiento financiero o por limitantes con respecto al lugar de residencia [28]. Fundamentando lo anteriormente afirmado, el uso de canales digitales ha tenido un incremento sustancial con una postura de comportamiento postpandemia del consumidor frente a accesos a cuentas bancarias, a desarrollo de actitudes y servicios financieros que promueven posturas relevantes de tecnología y desarrollo de la sociedad [29].

Finalmente, la educación financiera e inclusión financiera son parte de los retos digitales en la actualidad al contrastar los resultados obtenidos respecto al uso de medios digitales, la digitalización, las billeteras digitales y las plataformas digitales con respecto a teorías y estudios previos que generan cambios y desafíos debido a que la tecnología se convierte en una parte cada vez más importante en nuestras vidas [30].

## 5 Conclusiones

En relación con el objetivo de la presente investigación, los resultados de la investigación muestran una correlación positiva entre la educación financiera y la inclusión financiera en estudiantes de una universidad del sur de Lima, lo que indica que mayores conocimientos financieros incrementan su interés en acceder a productos y servicios financieros, tanto tradicionales como digitales.

Si bien es cierto la mayoría de los estudiantes investigados muestran un nivel regular de educación financiera e inclusión financiera, es parte de una oportunidad para desarrollar estrategias a través de capacitaciones, seminarios, talleres presenciales, encuestas sobre capacidades financieras, investigaciones sobre finanzas personales, sensibilización con entidades bancarias y la implementación de recursos en la

biblioteca, como libros y revistas sobre educación financiera. Estas acciones son de gran interés para el beneficio de los ciudadanos del futuro, es decir, los estudiantes. Las variables estudiadas representan retos digitales que enfrenta la sociedad actual, ya que se centran en la optimización y la eficiencia en pro del bienestar financiero.

## Referencias

1. Arroyo, G.: Educación Financiera de jóvenes universitarios. PUCESE (2019).
2. Arias, G.: Impacto de la cultura financiera al sistema de las microempresas (2020).
3. Avendaño, W., Rueda, G., Velasco, B.: Percepciones y habilidades financieras en estudiantes universitarios. Revista Venezolana de Gerencia 26(93), 1-15 (2020).
4. Brother, R.: Los 7 pecados en las finanzas personales. Colección finanzas.
5. Miller, A.: Desarrollo de la educación financiera en niños (2021).
6. Gitman, L.: Principios de Administración financiera. 10th Edn. Pearson.
7. Vera, F.: Educación financiera para niños y no tan niños (2020).
8. SBS.: Encuesta de medición de capacidades financieras (2022).
9. Triola, M.: Estadística. 12th edn. Person (2018).
10. Añapa, L.: Incidencias de la tasa de interés activa en las finanzas personales de los esmeraldeños, PUCESE (2019).
11. Alberro, I., Henderson, M., Yúñez, N.: Inclusión financiera en México. El colegio de México (2019).
12. Credicorp.: Índice de inclusión financiera de Credicorp. Grupo Credicorp (2021).
13. Planef.: Comisión multisectorial de inclusión financiera (2016).
14. Banco Mundial.: Inclusión financiera (2022).
15. CNMV.: Recuadros informe anual 2020 (2021).
16. WEF.: Informe global de brecha de género, 2022 (2022).
17. SBS.: Importancia de la inclusión financiera (2021).
18. Marsall, E.: Reflexiones sobre el sistema financiero chileno. Edn, Valparaíso (2020).
19. Elizondo, A.: Metodología de la investigación contable. Paraninfo (2002).
20. CAF.: Encuesta de medición de capacidades financieras Colombia 2019 (2019).
21. ING.: Informe naranja de ING comportamiento de los inversores españoles ante los movimientos del mercado (2020).
22. Jiménez, I.: Educación financiera, mueve tu dinero. Edn. Marcombo (2021).
23. Burtovoy, S.: Educación financiera, camino a mis sueños. Edn. Imagínate (2022).
24. Quiñonez, K.: Educación financiera de la población universitaria de las carreras administrativas y contables. PUCE (2020).
25. Rivera, A.: Libro de finanzas personales. Edn. Draft2digital (2024).
26. Juárez, J.: Educación financiera y el uso de tarjetas de crédito. Repositorio USMP (2020).
27. Prasad, E.: El futuro del dinero. 1st Edn. La esfera de los libros (2022).
28. Hernando, A.: El futuro negro del dinero. Edn. IberLibro (2024).
29. Vallejo, S.: Manual de educación financiera para emprendedores (2019).
30. Gómez, I.: Desafíos de la inclusión digital. 1st Edn. Octaedro (2023).

# Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y Percepción de Competitividad en Universitarios Bancarizados de Lima Sur

Saldaña Narro Julio Brayán<sup>1</sup>[0000-0003-1883-8218], Olórtégui Alcalde Luis Miguel<sup>2</sup>[0000-0002-1072-4497] y De La Cruz Rodríguez Livia Victoria<sup>3</sup>[0000-0002-1365-069X]

<sup>1</sup> Universidad Autónoma del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Lima, Perú

<sup>2</sup> Universidad Autónoma del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Lima, Perú

<sup>3</sup> Universidad Autónoma del Perú, Panamericana Sur Km. 16.3, Villa EL Salvador, Lima, Perú

jsaldanan@autonoma.edu.pe  
lolorteguia@autonoma.edu.pe  
dlrodriguez@autonoma.edu.pe

**Resumen.** El propósito central de la investigación fue examinar la interrelación entre la tecnología de la información y la comunicación, así como la percepción de competitividad en estudiantes bancarizados de Lima Sur. Adoptando un enfoque cuantitativo de índole aplicada y correlacional, se diseñó el estudio sin manipulación experimental. La muestra comprendió un total de 384 estudiantes. Se implementó una encuesta compuesta por 16 ítems para evaluar la tecnología de la información y la comunicación, y 25 preguntas para medir la competitividad. Ambos instrumentos fueron sometidos a validación por parte de expertos y demostraron una alta confiabilidad, evidenciada por coeficientes de Cronbach de 0.868 y 0.944, respectivamente. Los hallazgos revelaron una correlación estadísticamente significativa ( $\rho = 0.604$ ,  $p < 0.001$ ) entre las dos variables, indicando una relación positiva de magnitud moderada a fuerte. En conclusión, se infiere que la utilización adecuada de la tecnología de la información y la comunicación se asocia con mejoras en la competitividad.

**Palabras clave:** Competitividad, Bancarización, Percepción.

## 1 Introducción

El ámbito financiero exhibe una diversidad de instituciones, como bancos o cajas de ahorro, que ofrecen atractivas herramientas tecnológicas. Estas facilitan el acceso rápido a servicios bancarios y productos para los usuarios. No obstante, si surgen problemas de forma recurrente, los clientes pueden optar por contratar otros servicios. La eficiencia en las herramientas tecnológicas es crucial para la competitividad de estas entidades [1].

A nivel global, se destaca la convergencia entre la tecnología de la información y la comunicación y la competitividad en el ámbito financiero. Esto permite a las empresas poner a prueba su capacidad innovadora, ampliar su catálogo de productos y servicios, y situarse en un nivel competitivo a escala mundial [2]. En la última década, ha habido un notable cambio en las tecnologías de la información y la comunicación a nivel

global, con un mercado que supera los 3.6 billones de dólares, representando un incremento del 3.7% a nivel mundial [3].

América Latina enfrenta una realidad en la que el 62% de sus habitantes carecen de acceso a internet, lo que señala la persistencia de una brecha digital. Esto genera disparidades en la competitividad de las instituciones financieras y en el atractivo de las regiones menos desarrolladas [4]. En Perú, persisten desafíos con las tecnologías de la información y comunicación en el sector financiero, lo que afecta la percepción de competitividad de los clientes. Esto significa que si un cliente encuentra problemas con las aplicaciones de una institución financiera, puede cambiar fácilmente a otra que ofrezca servicios y productos similares [5]-[6]. El estudio presente identifica y plantea el siguiente problema de investigación: ¿Qué relación existe entre las tecnologías de la información y comunicación y la percepción de la competitividad en estudiantes bancarizados de Lima Sur?

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son cruciales en la educación, facilitando la creación de proyectos tecnológicos como estrategias para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. Esto permite a los estudiantes realizar tareas desde sus hogares u otros lugares [7]. Además, posibilitan la creación y el intercambio de información de diversas maneras, como el envío de mensajes de voz e imágenes, entre otros. Esto tiene un impacto positivo en la mejora de la competitividad tanto a nivel individual como organizacional [8]. Las TIC abarcan teorías y técnicas que facilitan la transferencia de información, y también permiten la comunicación instantánea y gratuita a distancia [9].

La importancia de las TIC es fundamental para el éxito organizacional, ya que su objetivo principal es simplificar el intercambio de información entre los miembros del equipo y los clientes, tanto dentro como fuera de la organización [10]. La incorporación de estas tecnologías podría impulsar mejoras en diversos aspectos económicos y sociales, especialmente en la reducción de la brecha digital que actualmente obstaculiza su acceso universal, brindando a la población la oportunidad de participar en el progreso tecnológico [11].

La tecnología se caracteriza por su evolución constante, destacando aspectos impresionantes como sus dispositivos físicos, velocidad, capacidad de almacenamiento y las diversas aplicaciones que permiten la conexión con diferentes dispositivos y plataformas [12]. Las prácticas digitales tienen un alcance que trasciende lo económico y se aplican en diversos aspectos de la vida. Aunque también pueden contribuir a ampliar la brecha digital, ofrecen la oportunidad para que la población participe en el progreso tecnológico [13].

La competitividad, arraigada en la teoría económica, se define como la capacidad de generar la mayor cantidad de bienes y servicios, así como su desempeño tanto en el mercado nacional como internacional [14]. Hoy en día, las empresas están enfocadas en aumentar su capacidad de producción y mejorar la calidad de lo que ofrecen, por temor a perder clientes y debido a la relevancia de la competencia en el mercado [15].

Asimismo, la competitividad empresarial se basa en la distribución de sus productos y servicios, así como en su expansión a nivel global, en lugar de centrarse exclusivamente en el mercado nacional [16]. Aunque el concepto de competitividad puede variar, las empresas lo perciben como la capacidad para competir exitosamente a nivel internacional, asegurando ventas y una posición favorable en el mercado [17].

La competitividad de una empresa se evalúa mediante varios aspectos, incluyendo la innovación, la productividad, la calidad y la eficiencia en costos, lo que le permite competir tanto a nivel nacional como internacional [18]. Las empresas consideran factores internos y específicos para determinar su capacidad de crear valor. En resumen, la competitividad es esencial para todas las empresas, ya que muestra cómo gestionan sus recursos en comparación con sus competidores [19].

La productividad es esencial para la competitividad, ya que afecta directamente la economía de un país. La competitividad se caracteriza por permitir el éxito de una empresa, desarrollar productos y servicios de alta calidad a costos más bajos que los competidores [20]. Su objetivo es que la empresa triunfe en su entorno, lo que resulta tanto del contexto como de la capacidad del empresario para diferenciarse de la competencia [21]. El propósito de la competitividad empresarial es garantizar el éxito dentro de su entorno, lo cual depende tanto de los factores externos como de la capacidad del empresario para destacarse entre la competencia [22].

Finalmente, la competitividad de las empresas juega un papel crucial en el crecimiento económico global, siendo dinámica y abierta. Sus metas incluyen alcanzar una alta competencia a nivel internacional, asegurar una posición destacada entre otras empresas, ofrecer productos y servicios superiores a los de los competidores, y garantizar la viabilidad financiera de la empresa [23].

## 2 **Materiales y métodos**

Este estudio se adscribe a un enfoque cuantitativo, lo que implica la recopilación de datos para su posterior análisis y procesamiento utilizando un software estadístico, con el objetivo de obtener resultados de relevancia [24]. Se puede categorizar como una investigación aplicada, dado que su objetivo primordial es abordar problemas prácticos o aplicar conocimientos teóricos en situaciones concretas [25]. Además, se distingue como una investigación de nivel correlacional, lo que permite examinar la relación entre las variables de estudio sin la incorporación de variables adicionales o influencias externas [26].

La población de interés en este estudio se considera infinita debido a la complejidad de identificar a todos los estudiantes universitarios bancarizados de Lima Sur. Por ende, se decidió realizar una selección de una muestra de 384 estudiantes universitarios de Lima Sur. La utilización de la técnica de encuesta fue crucial para obtener datos de manera imparcial y comprender a fondo la relación existente entre las tecnologías de la información y la comunicación, así como la percepción de competitividad de los estudiantes universitarios en Lima Sur.

El instrumento de encuesta comprendía un conjunto exhaustivo de preguntas, compuesto por un total de 16 ítems destinados a medir la percepción y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), además de 27 preguntas que abordaban la evaluación de la competitividad.

**Tabla 1.** Cuadro de operacionalización de la variable TIC.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición y valores	Niveles y rangos
Acceso a las TIC's	▪ Conexión a internet	1 al 6	1. Nunca	Bueno: [20-30]
	▪ Dispositivo móvil			Regular: [14-20]
Uso de las TIC's	▪ Disponibilidad de tiempo	7 al 12	2. Casi nunca	Malo: [6-14]
	▪ Plataforma digital			Bueno: [24-30]
	▪ Cajero			Regular: [17-24]
Adopción a las TIC's	▪ Banca por teléfono	13 al 16	3. A veces	Malo: [6-17]
	▪ Seguridad			Bueno: [15-20]
	▪ Servicio digital			Regular: [10-15]
	▪ Banca por teléfono			Malo: [4-10]

Al considerar la variable de tecnología de la información y comunicación expuesta en la tabla 1, se aprecia su función como herramientas que simplifican el acceso, la utilización y la asimilación de información en formato digital. Estas dimensiones de acceso, uso y adopción de las TIC [27], definen su papel en el entorno contemporáneo.

**Tabla 2.** Cuadro de operacionalización de la variable competitividad.

Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de medición y valores	Niveles y rangos
Liderazgo de costos	▪ Comisiones	1 al 6	1. Nunca	Bueno: [17-30]
	▪ Tasas de interés			Regular: [9-17]
	▪ Pago por tarjetas			Malo: [6-9]
Calidad de atención	▪ Tiempo de espera	7 al 13	2. Casi nunca	Bueno: [25-35]
	▪ Atención al cliente			Regular: [17-25]
	▪ Empatía			Malo: [7-17]
Innovación	▪ Herramientas innovadoras	14 al 19	3. A veces	Bueno: [23-30]
	▪ Seguridad de las aplicaciones			Regular: [16-23]
Flexibilidad en sus productos	▪ Inteligencia artificial	20 al 27	4. Casi siempre	Malo: [6-16]
	▪ Tiempo para obtener un producto			Bueno: [23-30]
	▪ Tiempo para reponer una tarjeta			Regular: [16-23]
	▪ Requisitos para obtener un producto		5. Siempre	Malo: [6-16]

Considerando la variable de competitividad como se muestra en la tabla 2, se hace referencia a la capacidad para liderar en costos, brindar calidad en el servicio, innovación y flexibilidad de los productos, y cómo estas dimensiones influyen en el posicionamiento en el mercado. Estos aspectos de competitividad, como se menciona en el estudio [28], definen su importancia en un entorno de constante cambio.

Después de recolectar los datos, se procedió a crear una base de datos procesada utilizando Microsoft Excel y IBM SPSS 25. Se evaluó la confiabilidad del estudio mediante la prueba de alfa de Cronbach y se aplicó la prueba Rho de Spearman para

analizar la correlación entre las variables de tecnología de la información y la comunicación, y el nivel de competitividad.

### 3 Resultados

El análisis de fiabilidad de los instrumentos demostró resultados altamente confiables para ambas variables: tecnología de la información y comunicación (0.868) y competitividad (0.944), confirmando la aplicabilidad de los instrumentos. Luego, se realizó un análisis de la relación entre las variables y sus respectivas dimensiones, presentando los resultados de manera detallada en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de correlación entre TIC y competitividad.

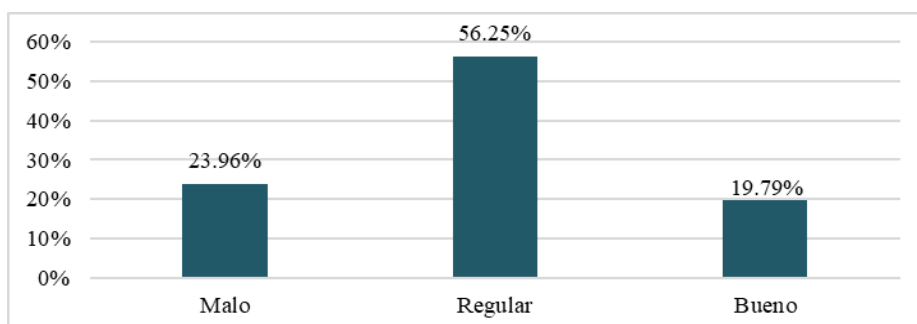
		Competitividad
Rho de Spearman	Tecnología de la Información y Comunicación	0.604
	Coefficiente de correlación	0.000
	Sig. (bilateral)	384
		N

En la tabla 3 se muestra una correlación positiva entre las dos variables, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0.604. Esto sugiere que el uso efectivo de las TIC está asociado con una mejora en la competitividad de los estudiantes universitarios de Lima Sur.

**Tabla 2.** Análisis de la relación entre TIC y competitividad.

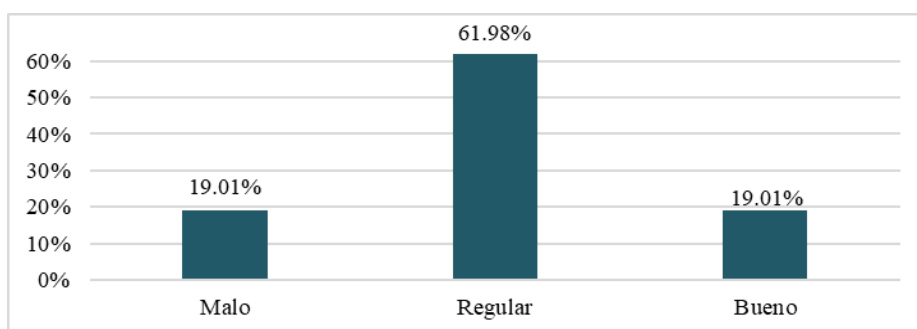
Tecnología de la Información y Comunicación	Competitividad						Total	
	Malo		Regular		Bueno		f <sub>i</sub>	%
	f <sub>i</sub>	%	f <sub>i</sub>	%	f <sub>i</sub>	%		
Malo	28	12.5%	43	11.2%	1	0.3%	92	24.0%
Regular	24	6.3%	165	43.0%	28	7.3%	217	56.5%
Bueno	1	0.3%	30	7.8%	44	11.5%	75	19.5%
Total	73	19.0%	238	62.0%	73	19.0%	384	100.0%

En la tabla 4, se observa que el 12.5% de los estudiantes encuestados perciben una relación deficiente entre las variables, mientras que el 43.0% la consideran como regular. En contraste, el 11.5% de los estudiantes la evalúan como buena, lo que implica una correlación positiva entre ellas.



**Figura 1.** Análisis porcentual de la variable TIC.

La figura 1 muestra que el 56.25% de los clientes considera la tecnología de información y comunicación regular, el 23.96% la califica como mala y el 19.79% como buena. Esto indica que las entidades financieras tienen problemas tecnológicos, causando insatisfacción entre los clientes con los servicios y productos ofrecidos.



**Figura 2.** Análisis porcentual de la competitividad.

La figura 2 muestra que el 61.98% de los clientes considera la competitividad de la entidad financiera regular, el 19.01% la ve buena y otro 19.01% mala. Esto indica un problema estratégico que genera insatisfacción y sugiere la necesidad de revisar y mejorar las estrategias actuales.

#### 4 Discusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos para determinar la relación existente entre Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la percepción de competitividad en universitarios bancarizados de Lima Sur, se obtuvo una correlación positiva. La correlación obtenida permite relacionar la investigación con estudios previos. Los resultados demostraron una correlación positiva muy fuerte entre TIC y competitividad, coincidiendo con hallazgos previos de [29] en Colombia, donde una mejor tecnología se traduce en mayor competitividad, especialmente evidente en el incremento de ventas y la calidad de servicios.

Los resultados también revelaron una correlación débil entre el acceso a TIC y competitividad, en contraste con estudios como el de [30] en Perú, que sugiere que un acceso adecuado a tecnologías digitales puede diferenciar a los bancos y proporcionar una ventaja competitiva significativa. Por otro lado, se encontró una correlación moderada a fuerte entre el uso de TIC y competitividad, similar a lo expuesto por [31] en investigaciones en Mypes, donde la implementación efectiva de tecnología se vincula con una ventaja competitiva en el mercado.

## 5 Conclusiones

En relación al objetivo de la presente investigación sobre las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la percepción de competitividad en universitarios bancarizados de Lima Sur, se ha establecido una correlación positiva entre el acceso a estas tecnologías y el nivel de competitividad. Este hallazgo resalta la importancia que tienen las TIC como herramientas facilitadoras para mejorar la competitividad entre los estudiantes universitarios que utilizan servicios bancarios en la zona sur de Lima.

Además, se destaca que el acceso a la tecnología puede actuar como un factor impulsor de la competitividad en este grupo demográfico. La capacidad de acceder y utilizar eficazmente las TIC puede mejorar la productividad y el rendimiento de los universitarios bancarizados de Lima Sur en el ámbito académico y profesional. La facilidad para acceder a recursos digitales, plataformas educativas y herramientas financieras en línea puede brindarles una ventaja competitiva en el mercado laboral y en su desarrollo personal y profesional.

Por último, el acceso y la utilización efectiva de estas tecnologías no solo están asociados con una mayor competitividad, sino que también pueden impulsar significativamente el desarrollo y el éxito de este grupo demográfico en un entorno cada vez más digitalizado y competitivo. La capacidad de manejar herramientas tecnológicas avanzadas permite a los universitarios bancarizados de Lima Sur acceder a mejores oportunidades educativas y laborales, facilitando su integración en un mercado laboral exigente y dinámico.

## Referencias

1. Vargas, A.: La banca digital: Innovación tecnológica en la inclusión financiera en el Perú. *Industrial Data* 24(2), 2–13 (2021).
2. Cuadros, P.: La nueva tecnología bancaria: Aplicaciones, adopción e impacto en banca. *Funcas* (2020)
3. Stefanini Group, <https://stefanini.com/es/tendencias/articulos/tendencias-y-tecnologia-de-transformacion-para-la-banca-digital-2022>, último acceso 2024/05/01.
4. CAF.: El estado de la digitalización de América Latina frente a la pandemia del COVID-19 (2020).
5. BID, <https://www.iadb.org/es/historia/internet-para-todos-disminuyendo-la-brecha-digital-en-america-latina>, último acceso 2024/05/01.
6. ESAN, <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/la-bancarizacion-digital-se-acelera-en-el-peru-durante-la-pandemia>, último acceso 2024/05/01.
7. Martínez, L., Ceceñas, P., Martínez, D.: ¿Qué son las TIC'S?. *Red Durango de Investigadores Educativos* (2014).

8. Alfaro, J., Alfaro, C., Monge, R.: Tics, productividad y competitividad. Fundación Caatec (2005).
9. Arboleda, H.: Competitividad: Concepto y evolución histórica. Colección Econopapers (2016).
10. Cabrera, A., López, P., Ramírez, C.: La competitividad empresarial: un marco conceptual para su estudio. Universidad central (2020).
11. Calandra, P., Araya, M.: Conociendo las Tics. Innova Chile (2009).
12. Cuadros, P.: La nueva tecnología bancaria: aplicaciones, adopción e impacto en banca. Funcas (2020).
13. Comex Perú, <https://www.comexperu.org.pe/articulo/informe-de-estabilidad-del-sistema-financiero-perspectivas-y-riesgos-para-el-peru>, último acceso 2024/05/01.
14. Ayala, E., Gonzales, S.: Tecnología de la información y comunicación. Fondo editorial UIGV (2015).
15. Pacheco, M.: Tecnología de información y comunicación. Secretaria de Educación Pública (2012).
16. CEPAL, <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46816-tecnologias-digitales-un-nuevo-futuro>, ultimo acceso 2024/05/01.
17. Riveros, M.: Competitividad y desarrollo regional. Gifaea (2021).
18. Baena, G.: Metodología de la investigación. 2nd edn. Patria (2017).
19. Baz, V., Rubio, L.: El poder de la competitividad. Fondo de Cultura Económica (2015).
20. Iberdrola, <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/inclusion-digital>, último acceso 2024/05/01.
21. Hernández, R., Mendoza, C.: Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 2nd edn. McGraw-Hill (2018).
22. Jiménez, L., Misas, O.: Incidencia de las tecnologías de información y comunicación en la rentabilidad de los bancos comerciales. Tecnológico de Antioquia 1(1),1-32 (2020).
23. López, D., Mahecha, O., Socarras, C.: Estrategias competitivas de marketing financiero en el sector bancario: Percepción del cliente. Revista Venezolana de Gerencia 24(88), 1166-1177 (2019).
24. Martínez, R.; Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A. y Cánovas, A. (2019). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. Revista Habanera de Ciencias Médicas 8(2), 1-20 (2019).
25. Palomo, M., Pedroza, Á.: La competitividad empresarial: El desarrollo tecnológico. Editorial Autónoma de Nuevo (2018).
26. Palomo, M., Pedroza, A.: La competitividad empresarial: El desarrollo tecnológico. Editorial Autónoma de Nuevo (2018).
27. Sánchez, H., Reyes, C., Mejía, K.: Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Universidad Ricardo Palma (2018).
28. Ruiz, C. (2020). Instrumentos y técnicas de investigación educativa. 2nd edn. Danaga (2020)
29. Martínez, H., Moreno, J.: Uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como factor de competitividad en la gestión del sector hotelero en Villavicencio, Colombia. Revista Escuela de Administración de negocios 1(1), 93-114 (2020).
30. Troncos, R.: Marketing digital y la ventaja competitiva en el Banco Interbank S.A.A. Lima 2019 (2019).
31. Garayar, A.: Aplicación de las Tecnologías de información y comunicación (TIC) y ventaja competitiva en las Mypes del CC. Mega Centro, Puente Piedra – 2021 (2021).

# Empoderamiento de la palabra mediante el uso de las TIC en el Semillero Literario Liceísta

María Eugenia Carlosama Martínez <sup>1</sup>

<sup>1</sup> I. E. Liceo Alejandro de Humboldt y Universidad del Magdalena  
marucarlosama@hotmail.com

**Abstract.** Este artículo presenta la articulación del Semillero Literario Liceísta con las TIC, como una estrategia pedagógica para fortalecer las competencias lectoescritoras y comunicativas de los estudiantes y docentes de la Institución educativa Liceo Alejandro de Humboldt del municipio de Popayán, Cauca – Colombia. Se utilizó el enfoque de Investigación Acción Pedagógica (IAP) para guiar el proceso. Para la construcción de sentido, se desarrolló a partir de cuatro fases que metafóricamente representan un cultivo forjado para cimentar las raíces de un proceso lector autónomo, dinámico y pertinente. Estas son: a) diseño de la estrategia: “A preparar el terreno”; b) Intervención pedagógica: "Esparciendo la semilla"; c) Sistematización y replica: "A polinizar" y d) Articulación con las TIC con un enfoque de inclusión e interculturalidad. Los resultados mostraron un empoderamiento de la palabra entre los estudiantes, quienes mejoraron sus habilidades en lectura, escritura y expresión oral a partir de las diferentes estrategias aplicadas. Se concluye que la lectura en voz alta con el apoyo de mediadores de lectura y la integración de las TIC para difundir cuentos y poesías por el espacio radial institucional RJ, permitió el establecimiento de relaciones interinstitucionales que han generado un impacto positivo en diferentes comunidades educativas a nivel local y nacional.

**Palabras clave:** Semillero Literario, competencias comunicativas, TIC, lectoescritura, oralidad, inclusión educativa, interculturalidad.

## 1. Introducción

Potenciar las competencias comunicativas básicas es una tarea ardua que requiere de una intervención decidida desde el ámbito familiar, escolar y social. En el ámbito educativo, promover la lectura es un reto inaplazable que implica generar una serie de estrategias para modificar la concepción instrumentalista de la lectura y la actitud de los estudiantes hacia ella. Esto es crear conciencia de su valor como elemento fundamental y necesario en la vida del ser humano y factor clave en el proceso de enseñanza aprendizaje, al ser un componente propicio para afrontar la vida misma (Roldán et al. 2011).

En Colombia, existe un compromiso político, visible desde la Ley General de la

Educación, los Lineamientos Curriculares: Estándares Básicos de Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) para mejoramiento de estos procesos. Sin embargo, los resultados de las pruebas externas (Saber y Pisa) muestran que estos esfuerzos no son suficientes. Los desempeños con respecto a las competencias lectoras son bajos.

En el contexto de la institución educativa Liceo Alejandro de Humboldt el panorama es igualmente desalentador, se observan problemas explícitos de lectura que tienen que ver con el escaso acercamiento a los libros por parte los estudiantes y la metodología utilizada por algunos docentes para desarrollar habilidades y destrezas lectoras. En este sentido, el buscar alternativas pedagógicas para mejorar estos procesos es una exigencia no solo por el hecho de leer por leer sino para insertarse en la cultura del conocimiento y las perspectivas de una educación de calidad, que entre otras cosas permitiría disminuir los niveles de pobreza de la comunidad liceísta, máxime cuando los estudiantes de educación pre-escolar, básica y media están en condiciones de asumir la construcción de sistemas de significación y comunicación que los consolide como sujetos de comunicación y con función social.

Así las cosas, al igual que Cettera (2010), se busca que la lectura se convierta en una herramienta fundamental para promover la formación de individuos autónomos, críticos y con las competencias necesarias para aprender a aprender durante toda la vida. Por todo lo anterior, desarrollar la propuesta de intervención pedagógica permite acercar a los estudiantes a la lectura, pese al contexto adverso en el que se encuentran y así mejorar los procesos de comprensión con el apoyo de los mediadores que dan sentido a la lectura individual y colectiva.

## **2. Metodología**

### **2.1. Investigación Acción Pedagógica (IAP)**

La propuesta del Semillero Literario Liceísta se inicia a partir de tres fases, aunque en por necesidades contextuales y de mejoramiento de procesos se complementa con una cuarta relacionada con la articulación con las TIC.

La Primera fase relacionada con el diseño de la estrategia: "A preparar el terreno", parte en el año 2011, por la necesidad de implementar nuevas actividades para mejorar significativamente en las pruebas externas en la competencia lectora que hasta ese momento tenían un bajo desempeño en la Institución educativa Liceo Alejandro de Humboldt. Para lograrlo la docente María Eugenia Carlosama propuso la estrategia: "Vivero Literario Liceísta". Durante el primer año (2010), se adecuó el espacio según los lineamientos de Inés Cuevas (1999), con un enfoque innovador para una experiencia de lectura más cómoda y relajada. En el segundo año (2011) se renombró la estrategia a "Semillero Literario" para atraer más lectores. El éxito fue evidente, los estudiantes mostraron mayor entusiasmo por la lectura.

En la Segunda fase referente a la intervención pedagógica: "Esparciendo la semilla" se relanzó el Semillero Literario (2012, 2013 y 2014) integrando de manera transversal los proyectos institucionales y exhibiendo libros para atraer a los estudiantes de primaria durante los descansos. La donación de la colección Semilla por parte del Ministerio de Educación Nacional impulsó aún más el interés en la lectura. En el año

2015, la docente gestora del proyecto inició sus estudios de maestría y comenzó a sistematizar la experiencia del proyecto. El Semillero Literario se consolidó con la participación de los mediadores de lectura y se convirtió en un espacio de aprendizaje y entretenimiento. En el año 2016 se implementaron tres estrategias: aproximación ("Leer-magia que enamora"; aprehensión ("la lectura y la interacción") y transformación ("Leer en voz alta-magia que transforma"). Así, el Semillero Literario Liceísta creó un espacio interactivo donde mediadores y niños compartían experiencias lectoras, utilizando la lectura en voz alta con diferentes matices afectivos para hacerla atractiva. De esta manera, se promovió la lectura como una experiencia compartida que fortaleció el diálogo y la reflexión, además de motivar a los estudiantes a leer con fines educativos y recreativos.

En la Tercera fase concerniente a la sistematización y réplica: "A polinizar", se sistematizó la propuesta de intervención (2017) para compartir las experiencias y conocimientos innovadores generados por los mediadores. Esta sistematización buscó mejorar las prácticas pedagógicas tanto de la investigadora como de los actores involucrados (mediadores y lectores) y pasó a ser parte de las estrategias de las diferentes sedes de la institución. Además, se realizaron encuentros en otras instituciones para fortalecer los procesos lectores, con talleres para sensibilizar a los niños y jóvenes hacia la lectura creando un legado en su acercamiento a los libros.

En la Cuarta fase relacionada con la articulación con las TIC: "Creciendo con las TIC" se dio un paso hacia la cultura digital ya que con la aparición de la pandemia en el año 2020 fue necesario replantear las estrategias de enseñanza y aprendizaje, especialmente en lo que respecta a la lectura y la producción textual. En este contexto, se creó un blog institucional que albergó el Semillero Literario Virtual, donde se subían cuentos con actividades antes, durante y después de la lectura, basados en la propuesta de Solé (1992). Esta iniciativa permitió llegar a los estudiantes a sus hogares a través del Internet, manteniendo así la continuidad educativa.

También se elaboraron podcasts dirigidos a los estudiantes transmitidos a través de la emisora institucional, RJ Radio Juvenil Liceísta. Además, se enviaron podcasts a través de WhatsApp para interactuar con los estudiantes a través de las redes sociales. Esta diversificación de canales permitió alcanzar a un mayor número de estudiantes y mantener su interés. Además, se creó el Semillero Literario Itinerante, que consiste en visitar los salones de clase con actividades lúdicas con videos y cinematografía que fortalecen los procesos escritores, de comprensión de lectura y oralidad, relacionados con la semántica, el léxico y la creación literaria. En 2024, se creó una herramienta adicional para apoyar la enseñanza de la lectura: el QR, para registrar los visitantes en el semillero literario presencial. Esta herramienta permite identificar los días con menos visitas y de esta manera ajustar las actividades planteadas.

Se destaca el apoyo interinstitucional con la Universidad del Cauca, en la formación de mediadores, con su departamento de fonoaudiología y que gracias a este apoyo surgió el SEMILLERO LITERARIO ITINERANTE, nace en el año 2022 y se impacta simultáneamente a todos los cursos de preescolar a once una vez cada semestre, los docentes de las diferentes áreas apoyan el proceso que realizan los mediadores, en donde los mediadores de lectura, acompañados por profesores y estudiantes de fonoaudiología, van a los salones a realizar actividades de lectura, escritura y oralidad, de esta forma se impacta a todo el colegio, no solo a los estudiantes que asisten durante los descansos, con esta estrategia de simulación, se fortalece la interacción, el juego de

roles y la dramatización.

### **3. El Semillero Literario y su articulación con las TIC**

#### **3.1. El Semillero Literario**

Los Semilleros son comunidades de aprendizaje que se caracterizan por conformarse para buscar una formación integral, sus miembros son protagonistas de su propio aprendizaje, se constituyen en un nuevo modelo de enseñanza aprendizaje y son un espacio para ejercer la libertad, la crítica académica, la creatividad y la innovación. Un semillero no sólo genera conocimiento para el mejoramiento, Institución Educativa Liceo Alejandro de Humboldt, contamos con tres semilleros: el presencial que nace en el 2010, el itinerante que nace en la pandemia 2020 y el itinerante que nace en el 2022. La finalidad es una, crear un espacio de lectura para que los estudiantes se acerquen a los libros y desarrollen sus procesos de lectura, escritura y oralidad.

Si se trata de semilleros literarios, se habla de grupos a los que se vinculan niños, jóvenes o adultos con ganas de aprender, de promover la lectura, la escritura y el hábito lector. A través de ellos se busca incentivar la curiosidad y la capacidad reflexiva para pensar desde la ciencia y la literatura los problemas más cercanos y proponer soluciones innovadoras. Los semilleros son una actividad voluntaria que requiere compromiso. Los Semilleros Literarios son espacios dentro de la Institución Educativa que deben ser explorados para acercar a los estudiantes a la lectura.

#### **3.2. Lectura y mediación de lectura**

El Ministerio de Educación Nacional (MEN), concibe la lectura, “como un acto de construcción en el que quien lee pone en juego su recorrido, sus saberes y sus intereses para dar sentido a aquello que encuentra en el texto”. Desde los Lineamientos Curriculares de Lengua castellana la lectura es entendida como “un proceso significativo y semiótico, cultural e históricamente situado, complejo, que va más allá de la búsqueda del significado y que en última instancia configura al sujeto lector” (MEN, 1998, p. 49).

Ahora bien, si se toma la lectura en voz alta como estrategia para la promoción de lectura se convierte en una herramienta pedagógica valiosa que fortalece la autoestima de los estudiantes porque da el poder de la palabra y mediante ella se crean mundos nuevos y se mejoran las habilidades comunicativas. Según Cova (2004, p. 19), la lectura en voz alta es una actividad social que permite: “A través de la entonación, pronunciación, dicción, fluidez, ritmo y volumen de la voz darle vida y significado a un texto escrito para que la persona que escuche pueda soñar, imaginar o exteriorizar sus emociones y sentimiento”. Además, la lectura en voz alta mejora la escritura, el habla y la capacidad de escucha (Trelease, 2014) y está comprobado que quienes escolarmente tienen dificultades serias, escuchan habitualmente con atención cuando se les lee (Petit, 2003).

En la estrategia de la lectura en voz alta se pueden trabajar todo tipo de libros, pero hay uno que por sus características es ideal para iniciar a los niños en el mundo mágico

de la lectura, se trata del Libro álbum en donde la imagen juega un rol protagónico, en cambio el texto suele ser breve y en ocasiones inexistente. Sin embargo, texto e imagen son complementarios porque ambos lenguajes interactúan y se establece un diálogo entre ellos (Berrio, 2012).

En cuanto a la definición de mediación según el Plan Nacional de Lectura y Escritura (PNLE), es “la intervención de un adulto (docente, padre, bibliotecario, animador), cuya tarea esencial es acercar a los niños y jóvenes a los libros, a la lectura y a su disfrute” (PNLE, 2014, p.21). En otras palabras, se entiende la mediación como una acción inherente al proceso lecto-escritor, una consecuencia que se deriva de su carácter eminentemente social (MEN,2014, p. 19).

### **3.3. Las TIC y su impacto en los procesos lectores**

El impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el fortalecimiento de los procesos lectores ha sido ampliamente discutido en la literatura académica. Herramientas como blogs, emisiones radiales, podcasts y códigos QR han demostrado ser efectivas para fomentar el interés y la participación de los estudiantes en la lectura, al ofrecer una variedad de formatos que se adaptan a diferentes estilos de aprendizaje. Estas herramientas permiten crear entornos de aprendizaje interactivos y personalizados, donde los estudiantes pueden acceder a contenido relevante y motivador, lo que facilita una mayor conexión con el material leído y mejora la comprensión lectora (Lankshear y Knobel, 2011).

Los blogs, por ejemplo, permiten a los estudiantes reflexionar y compartir sus interpretaciones de los textos leídos, fomentando el pensamiento crítico y la colaboración entre pares (Downes, 2004). Las emisiones radiales y los podcasts proporcionan acceso a contenidos auditivos que pueden complementar la lectura, beneficiando especialmente a los estudiantes con dificultades para procesar información escrita (King y Cox, 2011). Por su parte, el uso de códigos QR para controlar las visitas a estos espacios permite a los docentes monitorizar el compromiso de los estudiantes, ofreciendo datos valiosos para adaptar las estrategias pedagógicas según las necesidades individuales (Johnson, Levine, Smith, y Stone, 2010).

## **4. Resultados y Discusión**

Los resultados de esta intervención fueron positivos, evidenciando un empoderamiento de la palabra entre los estudiantes, quienes demostraron mayor interés en la lectoescritura, la oralidad y las TIC. Además, se fortalecieron sus habilidades comunicativas y tecnológicas. Esta experiencia fomentó la participación y el trabajo colaborativo, resultando en la creación de una revista literaria conmemorativa de los 14 años del Semillero Literario, y el establecimiento de relaciones interinstitucionales.

El impacto de estas actividades se reflejó en la actitud de los estudiantes hacia la lectura y la escritura, así como en la creación de un espacio físico institucional para estas actividades, que desde 2011 ha formado a más de 300 mediadores de lectura y ha beneficiado a más de 10,000 visitantes. La interdisciplinariedad y la innovación del "Semillero Literario" se manifestaron en la creación de un semillero virtual, un

semillero itinerante y los "viernes de cine", integrando arte, literatura y tecnología en un ambiente de interculturalidad, inclusión y sana convivencia.

Para celebrar los 14 años del semillero literario se realizaron Tik-Toks con creaciones literaria propias y la revista conmemorativa en donde hay producciones literarias de estudiantes de diferentes grados, además hay 2 carteleras en donde se exponen los trabajos que se realizan en los talleres diarios que se trabajan en el semillero literario, se creó el espacio viernes de cine, en donde los estudiantes ven películas y a partir de ellas desarrollan actividades lectoescritoras.

Finalmente, un gran número de estudiantes ha participado activamente en concursos de lectoescritura y oralidad, obteniendo premios a nivel local y regional, lo que demuestra el éxito de esta intervención.

Durante la vigencia del proyecto en estos 14 años de funcionamiento, se han impactado más de 16.000 visitantes, aproximadamente, se han formado 550 mediadores, ampliando la biblioteca del Semillero a 800 ejemplares, la mayoría de ellos libros y 51 libros digitales en el SEMILLERO LITERARIO VIRTUAL (<https://marucarlosama-semilleroliterario.blogspot.com/>).

Creación del Semillero literario itinerante, con dos intervenciones al año en forma simultánea a todos los grupos del colegio en las diferentes horas de clase, en donde los profesores ayudan con la disciplina, para que se desarrolle la mediación con éxito.

Publicación del libro LA MAGIA DE LEER PARA OTROS en Amazon.

La elaboración de la revista conmemorativa de los 14 años del Semillero literario.

## Conclusiones

La creación del "Semillero Literario" ha revitalizado el espacio institucional, social, académico y familiar para la lectura, escritura y oralidad, fundamentada en la creatividad y proyectada hacia el mejoramiento continuo de las competencias comunicativas.

Las estrategias utilizadas han facilitado la formación de mediadores de lectura, el desarrollo de talleres, y la continuidad del semillero en el tiempo, promoviendo el fortalecimiento de estas competencias en un entorno de interculturalidad, inclusión y sana convivencia.

La integración de las TIC en los procesos lectores no solo ha diversificado las estrategias de enseñanza, sino que también ha potenciado la participación activa y el desarrollo de competencias lectoras en los estudiantes, convirtiendo la lectura en una experiencia más dinámica y accesible.

## Referencias

1. Berrio, J. (2012). Ilustrador e historietista. Entrevista. Madrid.
2. Cettera, S. (2010). La promoción de la lectura y la alfabetización en información: Pautas generales para la construcción de un modelo de formación de usuarios de la información en el marco del Plan Nacional de Lectura de Uruguay [Tesis doctoral, Universidad Carlos III de Madrid]. <http://hdl.handle.net/10016/9158>

3. Cova, Y. (2004). La práctica de la lectura en voz alta, en el hogar y en la escuela, a favor de niños y niñas. *Sapeens. Revista Universitaria de Investigación*, 5(2), 53–66.
4. Cuevas, I. (1999). *Los viveros literarios: Un espacio para la lectura en la escuela*. Caracas, Venezuela.
5. Downes, S. (2004). Educational blogging. *EDUCAUSE Review*, 39(5), 14–26.
6. Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en la educación* (4.ª ed.). Morata.
7. Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). *The 2010 Horizon Report*. The New Media Consortium.
8. Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Laertes.
9. King, K. P., & Cox, T. D. (2011). *The professor's guide to taming technology*. Information Age Publishing.
10. Lankshear, C., & Knobel, M. (2011). *New literacies: Everyday practices and social learning* (3rd ed.). Open University Press.
11. Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2014). *Plan Nacional de Lectura y Escritura (PNLE)* (p. 21). MEN.
12. Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1998). *Estándares básicos de competencias*. MEN.
13. Petit, M. (1999). El papel de los mediadores. *Educación y Biblioteca*, 11(105), 9.
14. Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* (10.ª ed.). McGraw-Hill.
15. Sánchez Duarte, E. (2008). Las tecnologías de información y comunicación (TIC) desde una perspectiva social. *Revista Electrónica Educare*, 12.
16. Solé, I. (1992). Estrategias de comprensión de la lectura. *Cuadernos de Pedagogía*, 216(3), 25–27.
17. Tapia Llatas, J. A. (2019). *Aplicación de estrategias comunicativas para promover el desarrollo de la expresión y comprensión oral de los estudiantes del cuarto grado “D” de Educación Secundaria del CN “San Juan” – Chota [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Cajamarca]*.