

*Bertha Naranjo Sánchez*  
(Coordinadora)



# TIC para la inclusión e innovación educativa

Universidad Politécnica Salesiana



## Carrera de Ingeniería en Computación

Grupo de Investigación TICAD

Grupo de Innovación educativa GIE-IDI

Cátedra UNESCO de Tecnologías de apoyo para la Inclusión Educativa

La tecnología debe ser la aliada para fomentar la diversidad y promover la inclusión e innovación educativa. Acompañados de la tecnología los procesos educativos pueden mejorar la motivación en el proceso de aprendizaje y, en algunos casos, mejorar la calidad de vida de personas con diversidad funcional. Este libro nos permite conocer el potencial que tienen las tecnologías emergentes para transformar e innovar en educación, derribando barreras y creando oportunidades para todos, especialmente para estudiantes con diversidad funcional asociada o no a discapacidad.

A través de estas páginas los lectores conocerán diversas tecnologías emergentes como la realidad aumentada aplicada para la innovación educativa, así como las investigaciones desarrolladas con *machine learning* para favorecer la comunicación de personas con discapacidad auditiva en lengua de señas y las tecnologías que permiten la creación de tableros comunicacionales para facilitar la comunicación verbal de niños con TEA.



ISBN 978-9978-10-975-5



9 789978 109755



*Bertha Naranjo Sánchez*  
(Coordinadora)

# **TIC para la inclusión e innovación educativa**



2024

## TIC para la inclusión e innovación educativa

© Bertha Naranjo Sánchez (Coordinadora)

© Autores: Isaangie Gabriela Betancourt Rodríguez / Bertha Naranjo Sánchez / Keyko Garcés Salazar / Javier Enrique Murillo Ramos / Carlos José González Pinales / Josué Montesdeoca Soriano / Valeria Quimis Taines / Edison Geovanny Malán Gusñay / Kevin Alejandro Luna Fuentes / Hilda Lucía Carvajal Peñaherrera

1ra. edición:

© Universidad Politécnica Salesiana  
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja  
Cuenca-Ecuador  
P.B.X. (+593 7) 2050000  
e-mail: publicaciones@ups.edu.ec  
www.ups.edu.ec

CARRERA DE INGENIERÍA  
EN COMPUTACIÓN, sede Guayaquil  
Grupo de Investigación TICAD  
Grupo de Innovación educativa GIE-IDI  
Cátedra UNESCO de Tecnologías de apoyo  
para la inclusión educativa

Foto de portada:

Shutterstock

ISBN impreso:

978-9978-10-975-5

ISBN digital:

978-9978-10-976-2

Diseño, diagramación  
e impresión:

Ediciones Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Tiraje:

300 ejemplares

DOI:

<https://doi.org/10.17163/abyaups.82>

Impreso en Quito-Ecuador, octubre de 2024

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

El contenido de este libro es de exclusiva responsabilidad de los autores  
y las autoras.



# Índice

---

Presentación.....	11
Introducción.....	13
Bertha Naranjo Sánchez	
<b>Capítulo I</b>	
Estudio bibliométrico de las herramientas de <i>machine learning</i> para ayudar a personas con discapacidad auditiva .....	15
Isaangie Gabriela Betancourt Rodríguez / Bertha Naranjo Sánchez	
<b>Capítulo II</b>	
Aprendizaje del inglés con realidad aumentada: hacia una educación más inclusiva.....	43
Keyko Garcés Salazar / Javier Enrique Murillo Ramos / Carlos José González Parrales / Josué Montesdeoca Soriano / Valeria Quimis Taines	
<b>Capítulo III</b>	
Estudio bibliométrico de la realidad aumentada aplicada a la educación superior.....	61
Edison Geovanny Malán Gusñay / Bertha Naranjo Sánchez	
<b>Capítulo IV</b>	
Implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje de la asignatura arquitectura del computador.....	93
Kevin Alejandro Luna Fuentes / Bertha Naranjo Sánchez	

**Capítulo V**

Estudio bibliométrico de las tecnologías para facilitar  
la comunicación verbal de niños con TEA.....113  
Hilda Lucía Carvajal Peñaherrera / Bertha Naranjo Sánchez

Sobre autores y autoras.....139

## **Dedicatoria**

---

A los estudiantes universitarios que integran los semilleros de investigación de los grupos TICAD y GIE IDI para que en su paso por la academia y la investigación, continúen presentando soluciones tecnológicas innovadoras que respondan a las necesidades de nuestra sociedad.

# Agradecimientos

---

Al Rector de la Universidad Politécnica Salesiana Dr. Juan Cárdenas Tapia, por implementar políticas que han permitido una mayor participación de los estudiantes en los grupos de investigación.

Al Ing. Javier Ortiz, Director de la Carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación, por el apoyo a los grupos de investigación y por establecer lineamientos que han hecho posible la materialización de los objetivos estratégicos de investigación en la Carrera.

# Presentación

---

En el amplio universo del conocimiento, la educación emerge como guía para la humanidad, pero ese futuro de progreso solo es posible cuando los jóvenes estudiantes inician sus procesos de investigación y viven la práctica en el proceso, así se garantiza que continúe vigente el avance y la motivación por la investigación que dará frutos en el futuro pues ellos serán los científicos del mañana.

Las universidades que buscan la excelencia y la calidad educativa están dedicando sus esfuerzos a empoderar a los estudiantes en el conocimiento y práctica de procesos experienciales en investigación, así surgen los grupos de investigación como un semillero para formar talentos en esta importante área del conocimiento como lo es la investigación.

La innovación y la inclusión educativa son los pilares sobre los cuales se erige la construcción de sociedades más justas y sostenibles en el campo educativo, así como en el accionar social y laboral.

Este libro, fruto del trabajo de estudiantes dentro de los semilleros de investigación de los grupos TICAD y GIE IDI, nos invita a sumergirnos en un universo donde la investigación es aplicada en áreas complejas como la inclusión e innovación educativa basada en las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación).

La innovación educativa no se limita a la adopción de nuevas tecnologías, sino que abarca un enfoque integral que permite transitar por diversos paradigmas y enfoques de investigación. Desde el

enfoque conceptual a través de estudios bibliométricos que nos permiten conocer el estado de cada tema en el contexto investigativo hasta la implementación de tecnología para la innovación e inclusión educativa.

En un mundo marcado por la diversidad donde la educación inclusiva se erige como un imperativo moral y una necesidad de ser implementada en la práctica, este libro aporta ideas de cómo implementar las TIC en un proceso de inclusión e innovación.

Este libro refleja el firme compromiso de la Universidad Politécnica Salesiana en su trabajo proactivo y eficaz por la inclusión e innovación educativa y el empoderamiento de jóvenes en estas líneas de investigación.

Freddy Potes Duque  
Docente e investigador del grupo GIE IDI

# Introducción

---

Bertha Naranjo Sánchez  
Universidad Politécnica Salesiana  
bnaranjo@ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

En este libro seremos testigos de un viaje fascinante a través de las fronteras del conocimiento no convencional, en temas en los que se entremezcla la tecnología, la innovación y la inclusión educativa. La innovación educativa que no se limita únicamente a la adopción de nuevas tecnologías, sino que abarca un enfoque integral que trasciende los límites de los paradigmas tradicionales y los aplica a través de la implementación de esas innovaciones en la sociedad.

Por otro lado, permite visibilizar las tecnologías utilizadas en procesos de inclusión educativa lo que desafía a todos a pensar más allá de la escuela tradicional y nos invita a pensar en nuevas formas de llegar a todos.

A través de cada capítulo, el lector podrá conocer diversas aplicaciones de las TIC en el proceso investigativo en dos grandes áreas: la inclusión y la innovación educativa.

El capítulo 1 describe el estudio bibliométrico de las herramientas de *machine learning* para ayudar a las personas con discapacidad auditiva.

En el capítulo 2 transitamos por la implementación de las TIC emergentes en el “Aprendizaje del inglés usando realidad aumentada para una educación inclusiva”.

Los espacios de aplicación de las TIC innovadoras en la educación superior son tratados en el capítulo 3, donde se describe el estudio bibliométrico de la realidad aumentada aplicada a la educación superior.

A continuación, en el capítulo 4, nos adentramos en el entorno de la aplicación de la realidad aumentada al aprendizaje de la asignatura arquitectura del computador.

En el capítulo 5 se presenta el estudio bibliométrico de las tecnologías para facilitar la comunicación verbal de niños con TEA, y así tratar un tema tan complejo como es el crear alternativas basadas en las TIC para mejorar la comunicación de los niños/as con el trastorno del espectro autista.

Invitamos a los lectores a reflexionar sobre estas lecturas que nos permiten poner el conocimiento al servicio de la sociedad a través de pequeñas o grandes soluciones que emergen del poder transformador de las TIC.

CAPÍTULO I

# Estudio bibliométrico de las herramientas de *machine learning* para ayudar a personas con discapacidad auditiva

---

Isaangie Betancourt Rodríguez

Universidad Politécnica Salesiana

[ibetancourtr@est.ups.edu.ec](mailto:ibetancourtr@est.ups.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-8094-6602>

Bertha Naranjo Sánchez

Universidad Politécnica Salesiana

[bnaranjo@ups.edu.ec](mailto:bnaranjo@ups.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

## Introducción

La discapacidad auditiva constituye un desafío considerable que afecta a una gran cantidad de individuos en todo el mundo, y se encuentra aún más presente en Latinoamérica. Representa una desventaja en la comunicación y la participación social de las personas con esta discapacidad (Naranjo, 2022).

Esta discapacidad influye negativamente en la calidad de vida de las personas que la poseen, puesto que presentan dificultades para relacionarse con la sociedad, identificar un sonido, conversar y com-

prender, afectando especialmente en los aspectos sociales, emocionales y educacionales (Botina-Monsalve *et al.*, 2018).

En cuanto a la accesibilidad, las personas con discapacidad auditiva pueden encontrar obstáculos en diferentes contextos. Los medios de comunicación (como la televisión, el cine y los vídeos en línea) a menudo carecen de subtítulos o de sistemas de transcripción, lo que dificulta el acceso a la información y al entretenimiento (Sánchez y Peña, 2023). Además, las señales de alarma auditivas en situaciones de emergencia pueden ser inaudibles para estas personas, lo que pone en peligro su seguridad.

Las personas con discapacidad auditiva han desarrollado su propio lenguaje, conocido como lengua de señas, que les ha permitido establecer un canal de comunicación con su entorno social (Naranjo, 2017). Por lo general, este tipo de lengua la dominan solo las personas que poseen esta discapacidad y sus familiares (Andrade Guaraca, 2022).

La lengua de señas es importante para establecer la comunicación entre personas con discapacidad auditiva (Botina-Monsalve *et al.*, 2018) y favorece la inclusión educativa de personas con esta discapacidad (Naranjo, 2022).

Las dificultades ya mencionadas se traducen en desventajas tanto en entornos personales como profesionales. En la era digital actual, las tecnologías basadas en el aprendizaje automático han surgido como una poderosa herramienta para ayudar a superar estas barreras. Estas tecnologías aprovechan los avances en el reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje natural y la traducción automática para ofrecer soluciones innovadoras y accesibles.

Sin embargo, a pesar del potencial y las oportunidades que ofrecen estas últimas herramientas, es importante comprender el estado actual de su implementación en el continente sudamericano, así como los desafíos y barreras que podrían limitar su adopción y utilización

efectiva. Además, es fundamental evaluar el impacto y la eficacia de estas soluciones en términos de mejora de la calidad de vida y la inclusión de las personas con discapacidad auditiva en la región.

Este estudio, se enfoca en un análisis bibliométrico detallado de las herramientas de Aprendizaje Automático destinadas a las personas con discapacidad auditiva. Se examinan investigaciones y desarrollos relevantes en este campo, destacándose las aplicaciones y soluciones que se han concebido.

Se identifican ventajas, como la mejora palpable en la comunicación y accesibilidad, pero a su vez se exploran minuciosamente las desventajas y limitaciones asociadas. Dicho análisis no solo ofrece una visión panorámica del estado actual de la investigación, sino que también arroja luz sobre la implementación y el impacto de estas soluciones en la región.

En última instancia, a través de la investigación, se pretende contribuir al conocimiento y la comprensión profunda de cómo las herramientas pueden potenciar la inclusión y elevar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva especialmente, dentro del continente latinoamericano.

## **Revisión de la literatura**

### *Aprendizaje de máquina*

El ‘Machine Learning’ —conocido en español también como “Aprendizaje automatizado” o “Aprendizaje de Máquina”— es una rama de la Inteligencia Artificial (IA) que permite a las máquinas aprender, sin que estas sean expresamente programadas para ello. Se trata un método indispensable para hacer sistemas capaces de identificar patrones entre los datos para hacer predicciones (Franco y Ramos, 2019; Cuevas *et al.*, 2021).

Su único propósito era que los ordenadores aprendan. Para ello se utilizaron distintas técnicas y metodologías estadísticas, matemáticas y lógicas, que posibilitan que las técnicas de Aprendizaje de Máquina manejen e interpreten enorme cantidad de datos.

Se originó como una disciplina independiente en el campo de la IA en la década de los 50. El padre de la IA, Alan Turing, fue uno de los primeros en plantear la idea de que las máquinas son capaces de aprender como un humano. Su término fue acuñado por Arthur Samuel, en 1959, para describir cómo las máquinas podían aprender a través de la experiencia —por ejemplo, en una partida de ajedrez— y mejorar su rendimiento sin ser programadas explícitamente para cada situación (Ramírez, 2018).

El Machine Learning y sus componentes de Deep Learning y redes neuronales, todos encajan como subconjuntos concéntricos de IA. La IA procesa datos para tomar decisiones y hacer proyecciones. Los algoritmos de Machine Learning permiten que la IA no solo procese esos datos, sino que los use para aprender y ser más inteligente, sin necesidad de programación adicional.

El aprendizaje automático crea modelos para resolver tareas específicas. Hay diferentes tipos de modelos:

- Modelos geométricos: se construyen en un espacio con diferentes dimensiones. Si hay una línea recta que separa los datos en grupos, se llaman datos separables linealmente. El límite de decisión se describe con una ecuación como  $w \cdot x = t$ , donde  $w$  es un vector que apunta a la línea,  $x$  es un punto en la línea y  $t$  es un umbral.
- Modelos probabilísticos: intentan entender cómo se distribuyen las probabilidades de las características para predecir valores específicos. La estadística bayesiana es importante para desarrollar este tipo de modelos.
- Modelos lógicos: convierten las probabilidades en reglas organizadas, y forman árboles de decisión.

## TIPOS DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

El Aprendizaje de Máquina se ha convertido en un área atractiva para la biotecnología, debido a su adaptación a los diversos tipos de análisis y datos, así como a la diversidad de experimentos que se pueden realizar, tras utilizar estos algoritmos (Franco y Ramos, 2019). Estas técnicas se pueden clasificar en cuatro tipos: supervisados, no supervisados, semi-supervisados y por refuerzo.

### *Aprendizaje supervisado*

En este tipo de aprendizaje, un algoritmo crea una función que relaciona entradas con salidas esperadas, usando ejemplos previamente etiquetados. Dicho aprendizaje requiere obligatoriamente de conjuntos de datos con etiqueta. Pedimos al modelo qué es lo que queremos que aprenda. Es útil en campos como la biología computacional.

Según su etiqueta, puede ser de clasificación (etiquetas discretas; quiere decir que una etiqueta se encuentra dentro de otra y con una cantidad determinada) o regresión (valores reales).

### *Aprendizaje no supervisado*

Aquí, el algoritmo se adapta a observaciones sin conocimiento previo. Se distingue fácilmente del aprendizaje supervisado debido a que trabaja con datos sin etiquetas (por lo que no hay manera de predecir un elemento ágilmente), usándolos para extraer conocimiento o agrupar por similitud. Puede reducir la dimensionalidad de datos.

Los algoritmos definen similitud y se aplican a datos genómicos, por ejemplo.

- Aprendizaje semi-supervisado: se basa en retroalimentación del entorno. Los sistemas aprenden mediante ensayo y error, como en el aprendizaje por refuerzo. Se aplica en decisiones basadas en valor y se utiliza en áreas como la robótica.

- **Aprendizaje por refuerzo:** este método recompensa comportamientos deseables y penaliza los no deseados. Los agentes aprenden a través de la interacción con su entorno y ensayo y error. Se aplica en juegos, robótica y optimización de recursos.

### *Evolución de las herramientas para ayudar a personas con discapacidad auditiva*

Según (Pascuali, 2007, como se citó en Alain y Vejarano, 2016):

La comunicación es la relación comunitaria humana consistente en la emisión-recepción de mensajes entre interlocutores, en estado de total reciprocidad, siendo por ello un factor esencial de convivencia y elemento determinante de las formas que asume la sociabilidad del hombre. (p.20)

Es de suma importancia, para los tiempos tecnológicos actuales, que las personas con discapacidad auditiva puedan comunicarse con cualquiera sin hacer esfuerzo; la comunicación es una pieza fundamental para su entorno social y buena convivencia.

Ahora bien, se detallan tres aspectos importantes respecto a las desventajas presentadas por causa de los problemas de audición:

- **Limitaciones en la comunicación:** en el ámbito de la comunicación, las personas con discapacidad auditiva se enfrentan a bastantes desafíos y barreras en las interacciones cotidianas. La falta de audición dificulta la participación plena en conversaciones, la comprensión de discursos o presentaciones, el seguimiento de instrucciones orales y la comunicación en entornos ruidosos. Debido a la poca comprensión y conciencia sobre la discapacidad auditiva por parte de otras personas, aquello puede llevarlos en situaciones de aislamiento social, dificultades en el aprendizaje y limitaciones en el desarrollo de habilidades sociales.

- Barreras educativas: la falta de recursos y adaptaciones en el sistema educativo complica el acceso a la educación para las personas con discapacidad auditiva. Aún existe ese grupo de personas que no consiguen acceso a programas especializados o no cuentan con profesores capacitados en lengua de señas u otros métodos de comunicación adaptados.
- Dependencia de otros: pese a los avances tecnológicos de asistencia auditiva, como audífonos e implantes cocleares, todavía existen personas con discapacidad auditiva que no pueden adquirir dichas herramientas por ser muy costosas, y tienen que depender en gran medida de otros para comunicarse y recibir información.

Antes de las soluciones tecnológicas y herramientas, el estilo de vida de las personas con discapacidad auditiva era bastante diferente y a menudo se enfrentaban a desafíos significativos en su día a día.

Dentro de nuestra línea evolutiva del desarrollo de las herramientas para personas con discapacidad auditiva, se destacan las siguientes significativas:

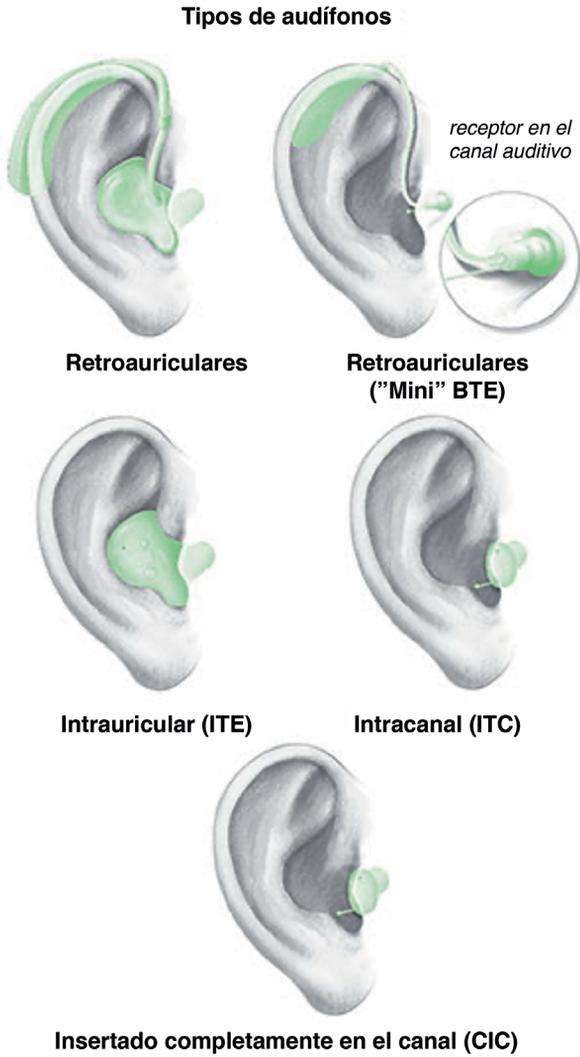
- 1760: el inventor italiano Alessandro Volta crea el primer dispositivo eléctrico para ayudar a las personas con pérdida auditiva. Su invento, conocido como “órgano eléctrico”, consistía en una batería conectada a electrodos que se colocan en los oídos (Manrique *et al.*, 2014).
- 1855: el físico francés Jean-Maurice Émile Bécclère inventa el audífono acústico. Este dispositivo era un tubo de madera que amplificaba el sonido y se colocaba en la oreja del usuario (Del Carmen Albinada Ávila, 2004).
- 1878: el teléfono, inventado por Alexander Graham Bell, se utiliza como una herramienta para ayudar a las personas con discapacidad auditiva. Bell fue motivado por su esposa y madre, ambas con una discapacidad auditiva, a trabajar en soluciones para mejorar la comunicación (Gorman y Carlson, 1990).

- 1898: Miller Reese Hutchison inventa el audífono de carbono, que utiliza un micrófono de carbono para amplificar el sonido. Este avance permitió una amplificación más efectiva y clara (Mueller, 2000).
- 1948: el primer audífono de transistores es desarrollado por los ingenieros de la empresa Maico. Dicho avance tecnológico permitió una reducción significativa en el tamaño de los audífonos, haciéndolos más portátiles y cómodos de usar (García-Ordaz, 2023).
- 1961: Ingeborg y Georg Von Békésy desarrollan la audiometría de impedancia, una técnica que permite evaluar la función del oído medio y detectar problemas de audición en personas con discapacidad auditiva (Suaza Medina y Calderón Anaya, 2014).
- 1973: la compañía 3M lanza al mercado el primer audífono completamente en el canal auditivo (CIC). Estos dispositivos se colocan en el canal auditivo, lo que los hace prácticamente invisibles desde el exterior (Pascoe, 1999).
- 1980: la tecnología de procesamiento de señales digitales (DSP) comienza a utilizarse en audífonos. Esto permite un procesamiento más preciso y personalizado del sonido, mejorando la calidad y claridad del sonido amplificado (Rodríguez Montoya, 2019).
- 1996: la compañía Cochlear Limited lanza el implante coclear Nucleus 24, que proporciona estimulación eléctrica directa al nervio auditivo y se convierte en uno de los implantes cocleares más utilizados en el mundo (Ramsden *et al.*, 2005).
- 2006: se lanza el primer audífono de conducción ósea completamente implantable, conocido como el Bone Anchored Hearing Aid (BAHA). Este dispositivo transmite el sonido a través de vibraciones óseas, proporcionando una opción de tratamiento para personas con pérdida auditiva conductiva o mixta (Snik *et al.*, 2004).

- 2012: Google lanza Google Sound Search, una aplicación basada en Machine Learning que permite identificar canciones y proporcionar información sobre la música que se está reproduciendo en tiempo real (Diez, 2012).
- 2014: la empresa Oticon introduce el primer audífono con tecnología de Machine Learning, llamado Oticon Opn. Este audífono utiliza algoritmos de Machine Learning para analizar el entorno sonoro y mejorar la experiencia auditiva de los usuarios al reducir el ruido de fondo y resaltar los sonidos de interés (Beck y LeGoff, 2017).
- 2016: Starkey Hearing Technologies lanza Livio AI, un audífono que utiliza Machine Learning y sensores integrados para proporcionar una experiencia auditiva mejorada. Este audífono puede detectar caídas, medir la actividad física y monitorear la salud cerebral, brindando múltiples funciones además de la amplificación de sonido (Rahme *et al.*, 2021).
- 2018: la empresa Nuheara presenta los auriculares IQbuds Boost, que utilizan Machine Learning para adaptar la amplificación del sonido a las necesidades auditivas individuales de los usuarios. Aquellos auriculares pueden personalizarse para mejorar la audición en entornos específicos y ofrecer una experiencia auditiva más personalizada (Dacus y Rawool, 2020).

Un auricular para personas sordas es un aparato el cual usa frecuencias de radio en FM, para transmitir señales de audio directamente al oído de la persona. Dicho dispositivo no solo capta la voz, pueden captar incluso, el ruido existente en una habitación —como por ejemplo un salón de clases, convirtiendo el sonido en un ruido muy molesto para la persona (Alain y Vejarano, 2016).

**Figura 1**  
*Tipos de audífonos*



Nota. Tomado de <https://bit.ly/4d7v1v2>

Si bien, existen otras herramientas de asistencia auditiva tradicionales, como soluciones no siempre son suficientes para superar por completo las barreras comunicativas y de accesibilidad. Es aquí donde las herramientas basadas en Inteligencia Artificial y Machine Learning pueden desempeñar un papel fundamental al proporcionar alternativas tecnológicas, con fin de mejorar la comunicación y la accesibilidad de las personas con discapacidad auditiva.

## HERRAMIENTAS CON EL MÉTODO DE MACHINE LEARNING EN LATINOAMÉRICA

La discapacidad auditiva es una condición que afecta a millones de personas en todo el mundo, que incluye a la población de Latinoamérica.

En el contexto específico de este último, donde la diversidad cultural y lingüística presenta desafíos adicionales, las herramientas y aplicativos basados en inteligencia artificial pueden desempeñar un papel crucial para facilitar la comunicación y la inclusión de las personas con discapacidad auditiva. Estas soluciones pueden incluir sistemas de transcripción en tiempo real, aplicativos de traducción de lengua de señas, asistentes virtuales accesibles y otras tecnologías adaptadas a las necesidades de la región.

Sin embargo, a pesar del potencial y las oportunidades que ofrecen estas herramientas, es importante comprender el estado actual de su implementación en el continente sudamericano, así como los desafíos y barreras que podrían limitar su adopción y utilización efectiva. Además, es fundamental evaluar el impacto y la eficacia de estas soluciones en términos de mejora de la calidad de vida y la inclusión de las personas con discapacidad auditiva en la región.

En la era digital actual, las tecnologías basadas en el aprendizaje automático han emergido como una poderosa herramienta para ayudar a superar estas barreras. Estas tecnologías aprovechan los avances en el reconocimiento de voz, el procesamiento del lenguaje

natural y la traducción automática para ofrecer soluciones innovadoras y accesibles.

A continuación, mencionemos algunas aplicaciones o herramientas que trabajan con Machine Learning en Latinoamérica, las cuales continúan en fase de desarrollo, para los usuarios que buscan reducir los problemas de audición, detallando sus ventajas y desventajas respectivamente. Esto aporta al conocimiento y la comprensión de las posibilidades que ofrece el aprendizaje de máquina, para promover la inclusión y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva.

*Sistema de captura de gestos con LeapMotion y redes neuronales para su clasificación*

Para 2017, Colombia presentó un prototipo funcional que permite capturar y “memorizar” datos para el entrenamiento del sistema de una forma fácil, mediante una interfaz. Gracias a eso, la persona con discapacidad auditiva podrá crear gestos de manera predeterminada (Muñoz García, 2017).

Mientras esto se encontraba en desarrollo, se ha evaluado las capacidades de un dispositivo de captura de movimiento útil que se conecta mediante USB, llamado “Leap Motion” (para reconocer cada dedo de la mano, sin importar la posición y/o ángulo de esta), y la eficiencia de las técnicas del aprendizaje de máquina utilizadas para identificar patrones físicos dentro la lengua de señas colombiana.

Luego del dispositivo “Leap Motion”, le siguen otras herramientas muy importantes. Se requirió de una metodología llamada Kanban —para elaborar tareas de desarrollo y de diseño— un sistema de *database* bajo el nombre de MondoDB —para crear una base de datos no relacional— y unos cuantos *frameworks* de Javascript (angular.js, synaptic.js, yleap.js, etc.).

Figura 2  
*Gesture control*



Nota. Tomado de Muñoz García, 2017.

Una vez recopilados los datos a través de su sensor, son manipulados para proceder al entrenamiento de las redes neuronales. Con un testeo, se han comparado los dos modelos: las clasificaciones *multi-etiqueta* (ML) y *multi-clase* (MC).

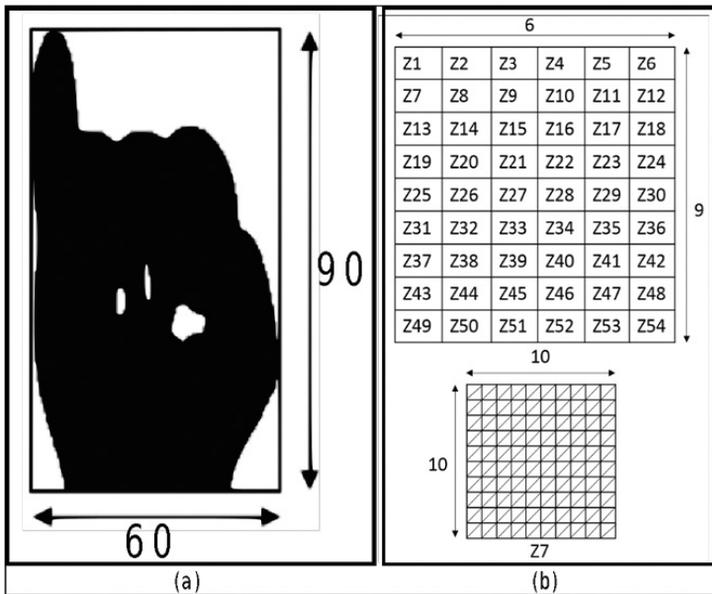
### *Clasificación automática de las vocales en la lengua de señas (Colombia)*

Dada la cantidad innumerable de gestos estáticos y dinámicos necesarios para representar palabras o una expresión —y varía de acuerdo con el idioma o región (especialmente, entre los países de Latinoamérica)— reconocer la lengua de señas se volvió sumamente complejo. En el caso de Colombia, nuevamente, se trabajó en otra herramienta capaz de identificar los gestos de las manos para ser interpretados como caracteres de la lengua de seña del país (Bottina-Monsalve *et al.*, 2018).

Como resultado, se adquirieron 151 imágenes por clase, incluyendo una única clase no vocal con escenas diferentes. Una vez capturados o detectados los elementos, se procedió a separar el objeto en cuestión del resto de la escena utilizando información de colores; y por último, se extrajeron características que permitieron leer y definir el gesto equivalente a cada vocal.

**Figura 3**

*Redimensión del objeto conexo; extracción de 54 características*



Nota. Tomado de <https://bit.ly/3SemuhJ>

Se probaron múltiples clasificadores para cada conjunto mediante el uso de la validación cruzada, para así adquirir un desempeño superior al 90 % en la mayoría de los clasificadores.

*Clasificación y reconocimiento de gestos de la mano basado en el abecedario de la lengua de señas (Perú)*

El principal objetivo fue desarrollar dos arquitecturas: una de Red neuronal convolucional (Convolutional Neural Network, CNN) y otra de Codificador automático de eliminación de ruido apilado (Stacked Denoising Autoencoder, SDAE), para que realicen la tarea de clasificar y reconocer un compilado de gestos estáticos de la mano, basados en un abecedario dactilológico de lengua de señas de Perú —los cuales son obtenidos a partir de una base de datos previamente desarrollada. Se ha buscado que un sistema informático haga el reconocimiento y clasificación de una forma más precisa, ante invariaciones de: escala, rotación y traslación; y que estas sean robustas ante los ruidos y/o alteraciones de iluminación.

El reconocimiento de gestos de las manos es un área de investigación bastante activa en visión por computador, interacción hombre-computadora, aprendizaje por computadora y robótica, ayudando en el proceso de traducir la lengua de señas para las personas con problemas de audición. Al mismo tiempo, esto puede convertirse en una herramienta útil en los ámbitos de educación.

Para llevarlo a cabo, se requirió primordialmente de un GPU —cuyo propósito es acelerar el entrenamiento de las redes profundas— además de contar con las técnicas usuales del aprendizaje de máquina, que son extracción y clasificación. Al final de este proyecto, se comparan los resultados de precisión y error adquirido entre las dos arquitecturas de red profunda ya diseñadas (CNN y SDAE; Flores Campana, 2017).

*Sistema de reconocimiento de gestos de la mano, basado en visión artificial (para estudiantes escolares con discapacidad auditiva)*

Se centra en crear un sistema de reconocimiento de gestos de la mano para estudiantes escolares con problemas auditivos en la

ciudad de Lima, Perú. Gracias a este sistema, se llega a mejorar los procesos de aprendizaje del alumno.

El proyecto tiene como base: el conocimiento la lengua de señas peruana, los conceptos de las redes neuronales, deep learning, el lenguaje informático Python, cámaras de profundidad de campo, procesamiento de imágenes y comunicación inalámbrica.

Se esperó que el diseño de este sistema embebido portátil permita reconocer gestos de la mano y convertirlas a texto de manera constante y autónoma (Aliaga Olivares, 2019).

*Herramienta de apoyo para la interpretación de la lengua de señas mexicana (HILSEM)*

Este sistema cumple el propósito de traducir un conjunto determinado y claro de palabras en lengua de señas mexicana a voz en el idioma español (Castro Estévez y Cruz García, 2014).

La herramienta hace uso de la tecnología Kinect, no obstante, también requiere el soporte de ciertas herramientas, como:

- Unity 3D (plataforma de desarrollo y motor de videojuegos multiplataforma).
- C# (lenguaje de programación que compila aplicaciones, las cuales son ejecutadas posteriormente en .NETFramework).
- MySQL (programa de administración de base de datos).
- Monodevelop (ambiente de desarrollo integrado proporcionado con Unity).

*Sistema de reconocimiento de vocales de la lengua de señas de México*

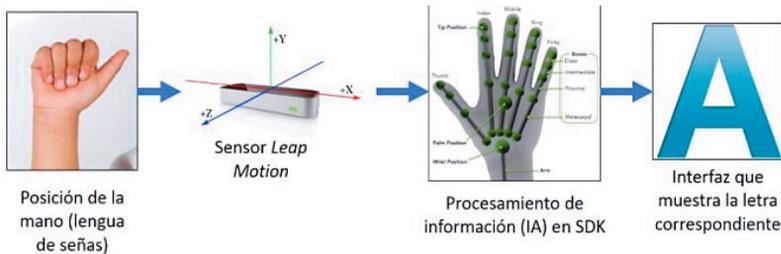
No cabe la menor duda de que la lengua de señas es también un medio de comunicación importante e indispensable para pequeñas comunidades de personas con discapacidad auditiva, que necesitan a diario intercambiar palabras e ideas dentro de sus interacciones sociales. Luego de la aparición de sensores de reconocimiento de

gestos, como Kinect, surge cierto interés por utilizarlos para interpretar la lengua de señas.

La lengua de señas tiene poco alcance a nivel global, para ser entendido por la mayoría de las personas. Debido a ello, en México, una vez más se planteó desarrollar un sistema confiable y manejable para el reconocimiento de la lengua de señas (propias de su país), y de esta forma, proveer una plataforma de interfaz natural que facilite la comunicación para ese grupo de personas.

**Figura 4**

*Diagrama de bloques del flujo de información*



*Nota.* Tomado de <https://bit.ly/3LstEv5>

Mediante el sensor antes mencionado “Leap Motion Controller”, se consigue detectar las posturas y los movimientos de las manos con fina precisión. El sistema tiene la tarea de captar, leer la información que recibe con las imágenes (gracias al sensor), para finalmente interpretar las vocales de la lengua de señas mexicana con los gestos estáticos de los dedos.

Con el propósito de lograr el reconocimiento de los gestos, equivalentes a las vocales, se usó el modelo de perceptrón multicapa con una interfaz visual en tiempo real. Posteriormente, la red neuronal fue entrenada correctamente por un experto en lengua de señas, para lograr así la habilidad de reconocimiento de hasta 100 % (Cuecuecha-Hernández *et al.*, 2018).

## METODOLOGÍA Y MATERIALES

Para llevar a cabo el exhaustivo análisis bibliométrico, que investigó el uso de herramientas de Machine Learning bajo el contexto de la discapacidad auditiva y su impacto en la mejora de su calidad de vida, se consideró seguir una metodología dividida en tres etapas claves: búsqueda de fuentes de información, registro de información y cálculo de indicadores bibliométricos.

### *Fuentes de información*

Se llevaron a cabo búsquedas exhaustivas en diversas bases de datos académicas —por ejemplo, Web of Science y Scopus. Las palabras clave principales utilizadas para la investigación, incluyeron términos en inglés, relacionados con ‘Aprendizaje de Máquina’ (*Machine Learning*), ‘Herramientas’ (*Tools*) y ‘Discapacidad Auditiva’ (*Hearing Impairment*). Se probó antes la tercera palabra clave mencionada, por separado, para establecer una cantidad de documentos que tengan en común el tema principal.

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar las publicaciones pertinentes, como artículos científicos, conferencias y revisiones relevantes publicados en los últimos cuatro años.

Por último, se realizaron búsquedas manuales en revistas especializadas por examinar las listas de referencias de los artículos seleccionados con fin de identificar cualquier estudio adicional relevante.

### *Registro de información*

La información relevante extraída de las fuentes seleccionadas se registró de forma sistemática. Para empezar, se crea una base de datos para almacenar y organizar los registros bibliográficos de cada artículo seleccionado, el cual incluye información primordial: el título del artículo, los autores, el año de publicación, el título de la revista o la conferencia, y las palabras clave.

Además, se recolectaron datos adicionales, como el número de citas recibidas por cada artículo y la afiliación institucional de los autores. Este registro exhaustivo permitió un análisis riguroso de los datos bibliométricos.

#### *Cálculo de indicadores bibliométricos*

Una vez registrada la información bibliográfica, se calcularon varios indicadores bibliométricos para analizar la producción científica en el campo de las herramientas de Machine Learning para personas con discapacidad auditiva.

Estos indicadores incluyeron medidas como el recuento de publicaciones por año, la distribución de citas recibidas por los artículos, el análisis de coautoría y la identificación de las principales instituciones y autores más influyentes en el campo. Los cálculos fueron llevados a efecto, gracias al uso de un software especializado en bibliometría —como VOSviewer y CiteSpace— el cual permite visualizar y analizar las relaciones y patrones en la red de coautoría y citas.

Luego de concluir el proceso metodológico, se procedió a hacer un recuento estadístico de los datos, con la finalidad de conseguir los indicadores bibliométricos.

## **Resultados**

A continuación, mediante gráficos, se presentan los resultados obtenidos del estudio bibliométrico sobre el uso de herramientas de Machine Learning, en el contexto de la discapacidad auditiva y su impacto en la mejora de la calidad de vida de las personas con esta condición.

#### *Producción científica (estimación de la distribución por año)*

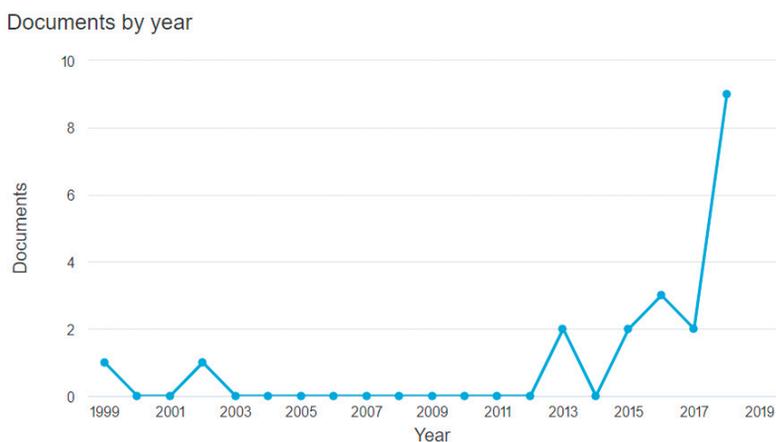
Después de aplicar los filtros correspondientes, se recopiló y analizó un total de 166 documentos (artículos científicos, conferen-

cias y revisiones pertinentes) relacionados con el tema. Estos estudios fueron publicados en el período desde 1999 hasta la fecha actual, resultando finalmente 101 en total.

La figura 5 revela la distribución anual de las publicaciones, lo que permite observar las tendencias de investigación en el campo.

### Figura 5

*Publicaciones por año (desde 1999 hasta 2018)*



*Nota.* Elaborado en [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Durante el desarrollo de este estudio bibliométrico, se pudo identificar patrones significativos en términos de autores prominentes y países líderes en la investigación en este campo.

### *Estimación de publicaciones por autores y países*

Dentro del conjunto de publicaciones examinadas, se identificaron autores que han realizado contribuciones destacadas en el campo de las herramientas de Machine Learning para la discapacidad auditiva.

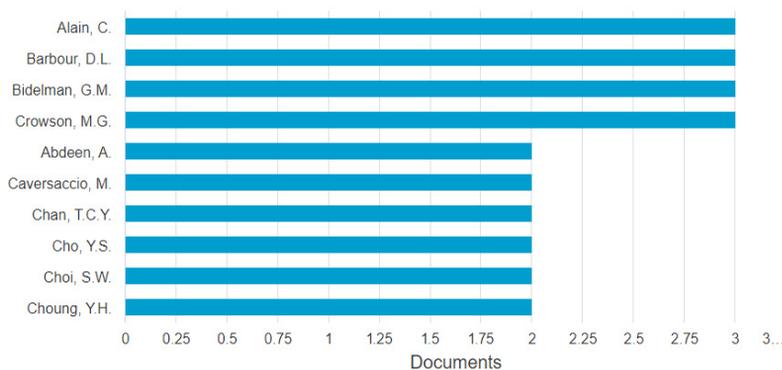
Asimismo, se realizó un análisis de la distribución geográfica de las publicaciones. Los resultados de la figura 7 muestran que Estados Unidos es líder en términos de número de publicaciones en este tema. Este hallazgo refleja un interés y compromiso global en abordar las barreras de comunicación y accesibilidad que enfrentan las personas con discapacidad auditiva.

### Figura 6

*Publicaciones por autores*

#### Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors.



Nota. Elaborado en [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

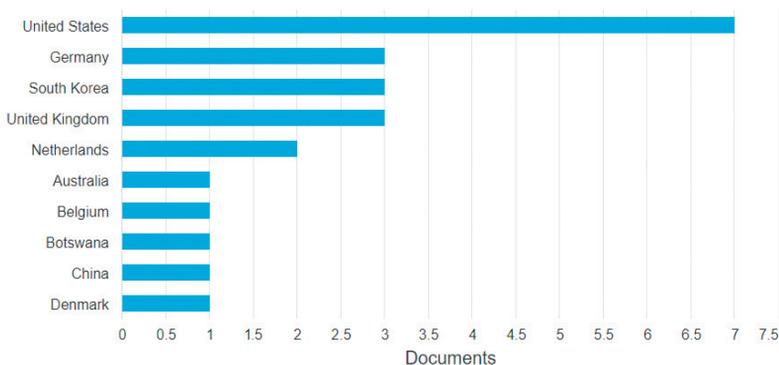
Los resultados preliminares de las figura 6 y 7 ofrecen una visión inicial de la prominencia de ciertos autores y países en la investigación relacionada con herramientas de aprendizaje de máquina para personas con discapacidad auditiva. Es importante señalar que dichas búsquedas pueden evolucionar a medida que se realice un análisis más exhaustivo y se incluyan un mayor número de publicaciones en el estudio.

## Figura 7

### Publicaciones por países

#### Documents by country or territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories.



Nota. Elaborado en [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

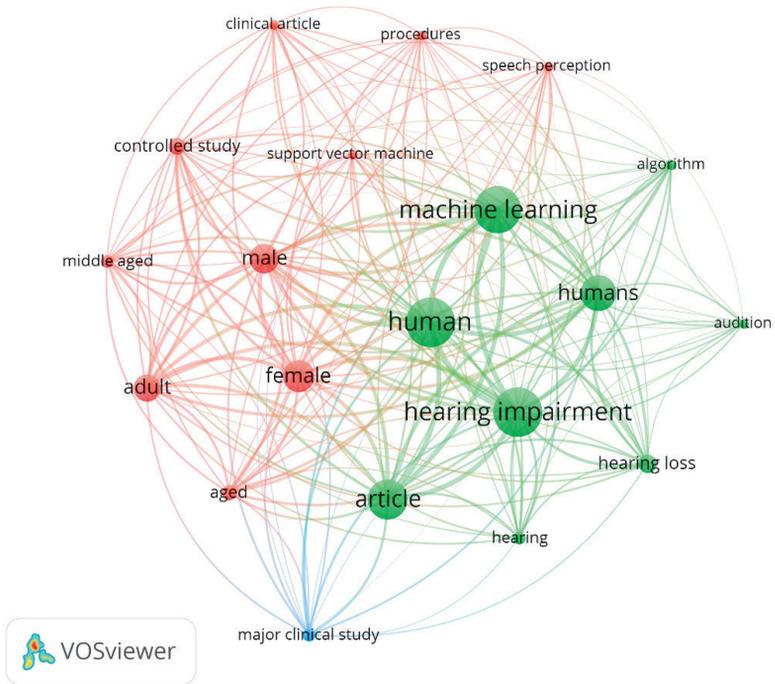
### Técnicas de análisis de datos

A través de la herramienta de visualización especializada, VOS-viewer, se identificaron las instituciones y autores más influyentes en el campo del Machine Learning para la discapacidad auditiva. En la figura 8, se logró presentar un mapa bibliométrico basado en etiquetas y palabras clave.

Los resultados de este estudio bibliométrico brindan una visión integral de la producción científica, el impacto y la colaboración en el campo de las herramientas de Machine Learning para personas con discapacidad auditiva.

Aquellos hallazgos proporcionan una base sólida para comprender la evolución y la dirección de la investigación en este ámbito, así como para identificar tendencias emergentes y áreas de enfoque clave.

**Figura 8**  
*Mapa bibliométrico basado en palabras claves*



## Discusión

Tras analizar los resultados adquiridos en este estudio bibliométrico, se revelaron importantes consideraciones sobre el uso de herramientas de Machine Learning que permitirán favorecer a la comunidad de personas con discapacidad auditiva y dar un impacto en la calidad de vida de ellas.

Aquellas búsquedas resaltan la necesidad urgente de abordar los desafíos que enfrentan las personas con discapacidad auditiva en términos de comunicación, educación y acceso a tecnologías de asistencia.

La producción científica, dentro de este campo, mostró un creciente interés en la utilización de tecnologías de Machine Learning para abordar los problemas de la discapacidad auditiva. La distribución de citas también reflejó la influencia y relevancia de ciertos trabajos, lo que indica áreas de enfoque destacadas y su impacto en la comunidad científica.

Las barreras educativas identificadas ponen de relieve la necesidad de un mayor esfuerzo en la adaptación de los sistemas educativos, con el fin de garantizar el acceso a la educación y la capacitación adecuada para personas con discapacidad auditiva. Los avances tecnológicos, como la traducción automática de lengua de señas, podrían ser fundamentales para mejorar la inclusión en entornos educativos.

En esta discusión, también se consideró los desafíos éticos, técnicos y económicos que acompañan la implementación y adopción de estas tecnologías en América Latina. La falta de recursos, la formación de profesionales y las limitaciones económicas podrían afectar la implementación y el acceso a estas herramientas.

Aunque las herramientas de asistencia auditiva tradicionales ofrecen ciertas ventajas a algunas personas con discapacidad auditiva, su limitada accesibilidad y eficacia aún representan desafíos. En este sentido, las soluciones basadas en Machine Learning tienen el potencial de proporcionar alternativas innovadoras que aborden estas limitaciones.

## **Conclusiones**

Los resultados revelan la importancia de abordar la discapacidad auditiva desde una perspectiva tecnológica y de investigación.

Las desventajas experimentadas por personas con discapacidad auditiva en términos de comunicación, barreras educativas y dependencia de otros son evidentes. La presencia predominante de esta condición en Latinoamérica subraya la urgencia de buscar solu-

ciones efectivas para mejorar la comunicación y la inclusión de las personas con dicha discapacidad en la región.

Aunque las soluciones de asistencia auditiva tradicionales han ofrecido mejoras en ciertas áreas, estas no son lo suficiente para abordar completamente las limitaciones que enfrentan las personas con discapacidad auditiva. Es en este punto donde las tecnologías basadas en el aprendizaje automático y la inteligencia artificial tienen un impacto significativo.

La era digital actual ha demostrado el potencial de las tecnologías de aprendizaje automático para superar las barreras comunicativas y de accesibilidad. La implementación de estas tecnologías ofrece soluciones innovadoras que mejoran la comunicación y permiten una mayor inclusión social y educativa para las personas con problemas de audición.

A pesar de estos avances, es muy importante destacar que aún existen desafíos en la implementación de tecnologías dentro del continente latinoamericano. Las barreras económicas, la falta de infraestructura y el desconocimiento de los avances tecnológicos pueden limitar la adopción y difusión efectiva de estas soluciones.

Sin embargo, con un enfoque colaborativo entre instituciones educativas, investigadores, desarrolladores y organizaciones de apoyo a la discapacidad, es posible superar estos obstáculos y maximizar el potencial de las tecnologías de aprendizaje automático en beneficio de todas las personas con discapacidad auditiva.

Las soluciones basadas en Machine Learning presentan oportunidades prometedoras, pero también desafíos considerables en términos de implementación y adopción efectiva. Es fundamental que los esfuerzos se centren en la colaboración entre investigadores, profesionales de la discapacidad auditiva y expertos en el aprendizaje por computadora e inteligencia artificial para desarrollar herramientas eficaces y adaptadas a las necesidades reales de las personas con esta discapacidad.

A medida que Latinoamérica avanza hacia la adopción de tecnologías inclusivas, es esencial abordar los obstáculos técnicos, éticos y económicos para garantizar que estas soluciones alcancen su máximo potencial y consigan un impacto positivo en aquellas personas con dicha discapacidad.

Este estudio subraya la importancia de seguir investigando y desarrollando otras soluciones que mejoren la comunicación, accesibilidad y calidad de vida de personas con discapacidad auditiva en América Latina y el resto del mundo.

## Agradecimientos

A la Universidad Politécnica Salesiana en especial al grupo de investigación TICAD de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus Guayaquil, por permitirnos participar en la línea de investigación Tecnologías para la inclusión. Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto de investigación “INCLED”.

## Referencias bibliográficas

- Alain, L. y Vejarano, R. (2016). Alternativas tecnológicas para mejorar la comunicación de personas con discapacidad auditiva en la educación superior panameña. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 23, 219-235. <https://bit.ly/3LtNMwJ>
- Aliaga Olivares, A. M. (2019). *Diseño de un sistema de reconocimiento de gestos de la mano basado en visión artificial para estudiantes escolares con discapacidad auditiva en Lima Metropolitana*. <https://bit.ly/4d4zs9D>
- Andrade Guaraca, E. V. (2022). *Diseño e implementación de un sistema traductor de lengua de señas mediante inteligencia artificial para personas con discapacidad auditiva*. <https://bit.ly/3SfSstT>
- Beck, D. L. y LeGoff, N. (2017). Speech-in-noise test results for Oticon Opn. *The Hearing Review*. <https://bit.ly/4cXPTES>
- Botina-Monsalve, D. J., Domínguez-Vásquez, M. A., Madrigal-González, C. A. y Castro-Ospina, A. E. (2018). Clasificación automática de las

- vocales en el lenguaje de señas colombiano. *TecnoLógicas*, 21(41), 103-114. <https://bit.ly/4bJO2m4>
- Castro Estévez, L. A. y Cruz García, K. K. (2014, junio). *Herramienta de apoyo para la interpretación de lenguaje de señas mexicano (HILSEM)*.
- Cuecuecha-Hernández, E., Martínez-Orozco, J. J., Méndez-Lozada, D., Zambrano-Saucedo, A., Barreto-Flores, A., Bautista-López, V. E. y Ayala-Raggi, S. E. (2018). Sistema de Reconocimiento de Vocales de la Lengua de Señas Mexicana. *Pistas Educativas*, 39(128). <https://bit.ly/3LstEv5>
- Cuevas, E., Avalos, O., Díaz, P., Maldivia, A. y Pérez, M. (2021). *Introducción de Machine Learning con MatLab*. <https://amzn.to/3zOd5XN>
- Dacus, M. y Rawool, V. (2020). *Audibility, cost-acceptability and cosmetic appearance of IQBuds BOOST in adults over the age of 50*. University of Mississippi.
- Del Carmen Albineda Ávila, J. (2004). *Diseño y construcción de un auxiliar auditivo*.
- Flores Campana, J. L. (2017). *Clasificación y reconocimiento de gestos estáticos de la mano basado en el alfabeto dactilológico de la lengua de señas del Perú aplicando redes profundas bajo características invariantes*. <https://bit.ly/4eBynaJ>
- Franco, E. F. y Ramos, R. J. (s/f). Aprendizaje de Máquina y Aprendizaje Profundo en Biotecnología: aplicaciones, impactos y desafíos. <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp7-26>
- García-Ordaz, M. I. (2023). Uso del transistor en la historia. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria*, 3, 10(19), 17-19. <https://bit.ly/4fcHOhB>
- Gorman, M. E. y Carlson, W. B. (1990). Interpreting invention as a cognitive process: The case of Alexander Graham Bell, Thomas Edison, and the telephone. *Science, Technology & Human Values*, 15(2), 131-164. <https://doi.org/10.1177/016224399001500201>
- Manrique, M. M. A., Sánchez, J. F. M. y Osorio, S. S. (2014). *El lenguaje y la construcción de fenomenologías: el caso del efecto Volta*. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i2.215>
- Mueller, G. H. (2000). The best of '99: Hearing aids. *The hearing journal*, 53(5), 81. <https://bit.ly/4cO6g76>
- Muñoz García, I. G. (2017). *Implementación de un sistema de captura de gestos usando un leap motion y redes neuronales para su clasificación*. <https://bit.ly/4f5jkqh>

- Naranjo Sánchez, B. A. y Peña, J. C. A. (2023). Herramientas de Aprendizaje Inclusivo: Apoyo En la Clase Virtual de Personas con Discapacidad Auditiva. En *Estudiantes universitarios por la inclusión* (pp. 107-147). Ediciones Abya-Yala. <https://bit.ly/45PtDKa>
- Naranjo Sánchez, B. A. (2017). Elementos básicos para la inclusión educativa de estudiantes con discapacidad. *Revista Boletín Redipe*, 6(9), 132-141. <https://bit.ly/43JD5N8>
- Naranjo, B. A. (2022). *Buenas prácticas de inclusión educativa universitaria*. UPS: Proyecto INCLED. <https://bit.ly/4gS8CEJ>
- Pascoe, D. (1999). *Las audioprótesis electrónicos*. <https://bit.ly/3Wu1UME>
- Rahme, M., Folkeard, P. y Scollie, S. (2021). Evaluating the accuracy of step tracking and fall detection in the Starkey Livio Artificial Intelligence hearing aids: A pilot study. *American Journal of Audiology*, 30(1), 182-189. [https://doi.org/10.1044/2020\\_AJA-20-00105](https://doi.org/10.1044/2020_AJA-20-00105)
- Ramírez, D. H. (2018). *El Machine Learning a través de los tiempos, y los aportes a la humanidad*. <https://bit.ly/4daerdd>
- Ramsden, R., Greenham, P., O'Driscoll, M., Mawman, D., Proops, D., Craddock, L., Fielden, C., Graham, J., Meerton, L., Verschuur, C., Toner, J., McAnallen, C., Osborne, J., Doran, M., Gray, R. y Pickerill, M. (2005). Evaluation of bilaterally implanted adult subjects with the nucleus 24 cochlear implant system. *Otology & Neurotology*, 26(5), 988-998. <https://doi.org/10.1097/01.mao.0000185075.58199.22>
- Rodríguez Montoya, C. J. (2019). *Elaboración y caracterización de materiales ferroeléctricos poliméricos y cerámicos para implementación protésica en oído*. <https://bit.ly/4bNuqxl>
- Snik, A. F. M., Bosman, A. J., Mylanus, E. A. M. y Cremers, C. W. R. J. (2004). Candidacy for the bone-anchored hearing aid. *Audiology & Neuro-Otology*, 9(4), 190-196. <https://doi.org/10.1159/000078388>
- Suaza Medina, O. y Calderón Anaya, F. E. (2014). *Diseño e implementación de un Sistema de Audiometría capaz de monitorear la actividad neuronal relacionada con la audición del paciente*. Universidad Surcolombiana.

CAPÍTULO II

# Aprendizaje del inglés con realidad aumentada: hacia una educación más inclusiva

Keyko Garcés

Universidad Politécnica Salesiana

kgarcess@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6702-9786>

Javier Murillo

Universidad Politécnica Salesiana

jmurillor2@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6791-8858>

Carlos González

Universidad Politécnica Salesiana

cgonzalezp3@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-4125-451X>

Josué Montesdeoca

Universidad Politécnica Salesiana

jmontesdeocas1@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8770-0741>

Valeria Quimis

Universidad Politécnica Salesiana

vquimist@est.ups.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-8015-8961>

## Introducción

La realidad aumentada (RA), es una tecnología emergente que nos da la oportunidad de visualizar elementos digitales adicionales a

los presentes o existentes en la realidad física a través de dispositivos como smartphones o tablets. Esto puede ser muy útil en el aprendizaje de un idioma, ya que permite a estudiantes la interacción con elementos de manera virtual en tiempo real y en contexto.

La realidad aumentada puede utilizarse para crear experiencias de aprendizaje inmersivas y lúdicas. Por ejemplo, se pueden crear aplicaciones que permitan a los estudiantes escuchar y practicar la pronunciación de frases y palabras en inglés por medio de la superposición de elementos de un ambiente virtual sobre objetos pertenecientes al mundo real.

Hoy en día, la forma tradicional de aprender el idioma inglés se está quedando obsoleta, debido a la manera de enseñar que no es tan atractiva hacia los estudiantes de nuestro país, especialmente en niños/as, la forma de enseñar un nuevo idioma se está quedando estancada por no poder adaptarse de una manera rápida con la tecnología emergente y a esto se le suma que la manera tradicional no siempre da buenos frutos. Según (Tsai, 2020), existen mejores maneras de aprender, como la realidad aumentada de una forma interactiva. Esto no solo ocurre en la escuela, sino también desde casa (Hashim *et al.*, 2022).

La RA ha sido utilizada en la educación del idioma inglés desde hace algunos años, y se ha podido demostrar que puede ser una herramienta de gran ayuda para el mejoramiento en el aprendizaje de este idioma. A inicios de los 2000 en específico 2002, la empresa Cambridge “University Press” lanzó la aplicación “English Plus”, que utilizaba la realidad aumentada para proporcionar experiencias de aprendizaje lúdicas y atractivas a los estudiantes de inglés.

La realidad aumentada se ha usado en diferentes materias y contextos educativos como estudios de Medicina, Arquitectura e Ingeniería y Ciencias de la educación, entre otros (Huertas-Abril *et al.*, 2021).

En este artículo se presenta el desarrollo de una herramienta de aprendizaje para mejorar el conocimiento de niños focalizado en el idioma inglés, mediante el uso de la realidad aumentada, así como la evaluación de su implementación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **Marco teórico**

El aprendizaje del idioma inglés siempre ha sido un reto. Se han considerado varias maneras de lograrlo, entre ellas el uso de las tecnologías como la RA. Esta tecnología es de gran impacto como una estrategia tecnológica debido a que las posibilidades que nos da de innovar en el proceso de enseñanza-aprendizaje son muchas y de forma variada. Algo para destacar es que puede ir acorde a los temas que el educador se haya propuesto con antelación (Rodríguez-García *et al.*, 2019). Los beneficios de su uso son múltiples, entre ellos el incremento de la curiosidad por aprender, el despertar del interés, el aumento de la motivación y la mejora del desempeño académico (Marín-Díaz *et al.*, 2018). Además, acorta los caminos entre el aprendizaje formal y el aprendizaje por experiencias (Rodríguez-García *et al.*, 2019). Al hablar de experiencias se hace referencia a la interacción que permite la RA con los objetos reales y de forma virtual en cualquier momento, dándonos la oportunidad de observar las diferentes vistas o perspectivas, y también reduciendo riesgos en pruebas de laboratorio (Martínez Pérez y Fernández Robles, 2018).

La RA tiene un impacto positivo en la educación ya que cuenta con la capacidad de comunicar visualmente las ideas abstractas y, así mismo, este puede mostrar objetos reales en 3D. En este trabajo se proponen la arquitectura SaCI, la cual se basa en paradigmas de gestión multi-agente. Tiene como finalidad evaluar el impacto de la realidad aumentada en la educación y muestra resultados prometedores en el aprendizaje de los estudiantes (Jaramillo Henao *et al.*, 2018).

La RA en la actualidad se ha hecho presente en distintos entornos en relación con los juegos virtuales, propagandas publicitarias y

en un ámbito tan importante como la educación, que es donde se ha generado un gran impacto de manera positiva. Un caso de ejemplo es el experimento que se llevó a cabo en Taiwán donde se implementó un curso para el aprendizaje de los alumnos de primaria, se asignaron dos clases para el grupo experimental ( $n = 49$ ), mientras que las otras dos fueron el grupo de control ( $n = 48$ ) (Chen, 2020). El primer grupo de estudiantes implementó ARVEL mientras tanto los estudiantes del segundo grupo optaron por CVEL. Esta experimentación dio la posibilidad al docente y al estudiante de experimentar nuevas maneras de adquirir conocimientos a través de la realidad aumentada.

Otra de las ventajas de la RA en la educación es que mejora la participación de los estudiantes en el curso y aumenta de manera favorable la motivación en el estudio por parte de los estudiantes. De tal manera que brinda un enfoque diferente a los métodos tradicionales de enseñanza. Según Huertas-Abril *et al.* (2021), la realidad aumentada no solo mejoró el aprendizaje de alfabetización, sino que también mejoró las implicaciones pedagógicas por la interacción de los estudiantes. Esto también se confirma en Chen (2020), donde niños que trabajaron con RA lograron mejores resultados que aquellos que aprendieron inglés de una manera tradicional. Un punto común entre todos los artículos mencionados es que la implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje del idioma inglés ha permitido mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Esto se debe a la popularización de la tecnología, que se convierte en un foco de innovación en educación, como nos indica Tsai (2020).

Cada vez es más evidente la aplicación de la RA en las aulas de clase, si bien no es necesario contar con una gran inversión de hardware ya que la RA facilita la integración en contextos educativos y permite escenarios de aprendizaje más interactivos. La realidad aumentada tiene un futuro prometedor ya que produce un gran interés por lo que se puede llegar a estimular en diferentes escuelas a incluir tecnologías de este tipo en el proceso de aprendizaje (Cárdenas *et al.*, 2018).

Algunas de las aplicaciones de realidad aumentada tanto en la educación como en la investigación sobre la biodiversidad son temas difíciles de ejecutar y la mejor manera para obtener buenos resultados, es a través de la realidad aumentada, con esta herramienta tenemos posibilidades más grandes de conseguir resultados más certeros (Merino *et al.*, 2022).

Dado que la realidad aumentada utiliza el mundo real como base para la retroalimentación, no es necesario un paciente físico (u otra especie). A través de una combinación de efectos visuales y hápticos, la realidad virtual puede simular la interacción con el paciente o los procedimientos quirúrgicos, lo que permite a los instructores mostrar a los estudiantes cómo realizar procedimientos complicados y riesgosos sin ponerse en peligro (Fourman *et al.*, 2021).

Aprender un idioma es un proceso, y aprender vocabulario es el primer paso. El inglés se ha convertido en un idioma ampliamente utilizado. Un componente clave del desarrollo del lenguaje es el aprendizaje del vocabulario. Las oportunidades que ofrece la tecnología actualmente facilitan que los niños autistas la exploren, de una manera más eficiente y puedan lograr una mayor concentración al momento de estudiar el idioma inglés usando la RA en dispositivos móviles a través de aplicaciones desarrolladas para el efecto (Morales y Zambrano, 2022).

Los maestros pueden apoyarse en esta tecnología para implementarla en sus aulas de clases, sin embargo, si la implementación de la tecnología es excesivamente agresiva causaría desventajas, por lo tanto, la evaluación y la retroalimentación de los maestros siempre es un factor importante en el aula, y un excesivo enfoque en la tecnología dará como resultado aulas virtuales que no son significativas para los estudiantes (Jamrus y Razali, 2019).

La introducción de la tecnología de la realidad aumentada ha avanzado en los últimos años, y se resalta su potencial para tener una

influencia significativa en la educación, al introducir nuevos enfoques para la enseñanza y el aprendizaje de idiomas (Hashim *et al.*, 2022).

Al tomar en cuenta estudios previos de otros trabajos investigativos relacionados al tema, se identificó que los sistemas de aprendizaje y enseñanza pueden ser llevados a otro nivel gracias a la RA como el caso del proyecto “ARETE” de la empresa WordsWorth Learning. Esta herramienta es un software de educación alfabética que está basado en la conciencia fonémica y el desarrollo fonológico, la conciencia morfológica, el enriquecimiento del vocabulario, la comprensión y la fluidez lectoras (Tiede *et al.*, 2021), aspectos que inciden en el aprendizaje de una lengua. En base con los estudios previos podemos decir que la RA es una estrategia para la innovación en el proceso de enseñanza aprendizaje ofreciéndole tanto al docente como al estudiante, un espacio de interacción y aprendizaje.

Aunque se tienen varios puntos a favor, también es necesario evaluar los puntos en contra, ya que algunas personas pueden tener inconvenientes con el uso de la realidad virtual. Aunque sea algo innovador y útil para aprender, el uso de la realidad aumentada no se aprende al instante; se debe tener constancia en su aprendizaje (Chang *et al.*, 2020).

## **Métodos**

En este artículo se aplicó el paradigma positivista, y se utilizó el método mixto (cuantitativo y cualitativo), con control de las variables del experimento. La investigación es de campo y aplicada debido a que se desarrolló una herramienta para el aprendizaje del idioma inglés. La población escogida estuvo conformada por niños de 7mo de básica de una institución educativa y la muestra de 20 estudiantes, a la que se aplicó la evaluación de la herramienta de RA creada estuvo comprendida entre los 8 y 10 años de edad.

Se usó además el método descriptivo, para presentar la herramienta de RA y el método analítico aplicado después de recopilar

la información y los datos recogidos en forma de gráficos para así dar una idea clara si la herramienta fue de ayuda o no al proceso de enseñanza aprendizaje. Se aplicó un enfoque mixto, se recopilaron datos de tipo cuantitativos tanto en el pretest como en el post test, también se recopilan datos de tipo cualitativo al realizar una prueba de emociones, para saber cómo se siente el usuario al utilizar la herramienta.

La técnica fue la encuesta, la cual se aplicó a los estudiantes de escuela para conocer su nivel de inglés antes y después de usar la herramienta, así como sus emociones. El instrumento utilizado fue el cuestionario, que permitió realizar las encuestas mencionadas. Este proyecto es de tipo cuasiexperimental ya que pretendemos resolver la interrogante de cómo se aprende mejor; mediante una herramienta o de la manera tradicional, tomando control en las variables que intervienen en el mismo. La información se obtendrá una sola vez, en un momento dado, por lo que este estudio es de tipo transversal.

Se realizó un pretest y post test, de ese modo se recopiló información la cual fue analizada para determinar si la herramienta fue de ayuda en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Durante dos días se ejecutaron las pruebas de pretest y post test, en dos cuestionarios conformados por cinco preguntas cada uno con los temas del contenido curricular de la asignatura de inglés. Para lograr esto se utilizaron varios dispositivos móviles, los cuales soportan la tecnología de RA que demanda la aplicación desarrollada en Blippar.

## **Resultados**

Seleccionada la herramienta para diseñar la app se estableció que Blippar era la plataforma ideal para desarrollar la experiencia de realidad aumentada para el aprendizaje del idioma inglés, así mismo se diseñaron imágenes y se estableció el código que leerá la aplicación para poder mostrar la herramienta.

A continuación, en las figuras 1, 2 y 3, se presentan las interfaces de la aplicación desarrollada en blippar.

**Figura 1**

*Menú principal de la aplicación*



**Figura 2**

*Objetos de aprendizaje creados en la aplicación*



Posteriormente, se inició el aprendizaje con la aplicación desarrollada, la cual permite seleccionar una opción para reproducir el audio de cómo se pronuncian los colores, el verbo ser o estar y las frutas, con dos botones para poder avanzar y retroceder en la aplicación.

Figura 3

Imágenes de realidad aumentada activadas

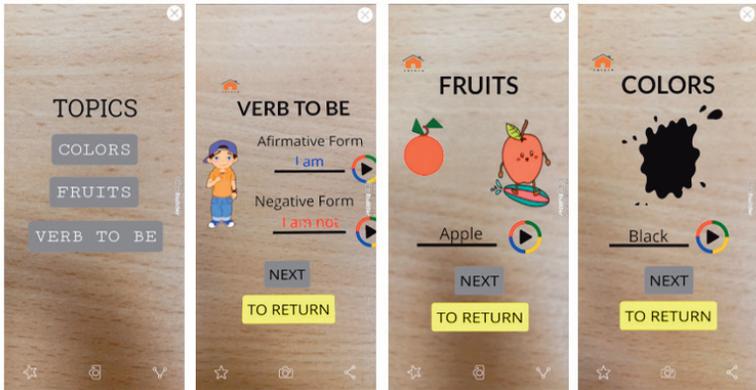


Figura 4

Desarrollo del pretest



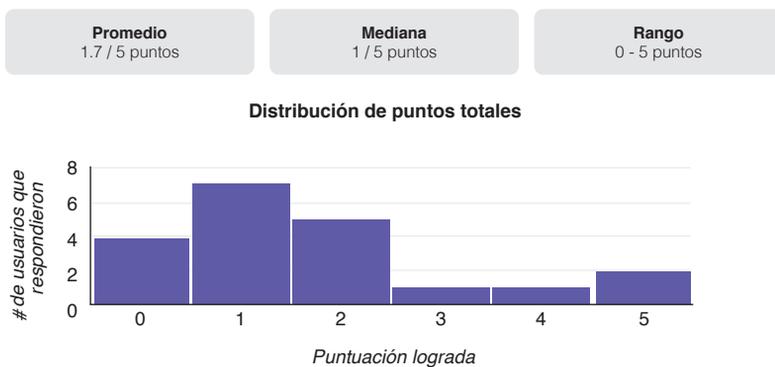
Las pruebas se realizaron a los estudiantes del 7mo curso de educación general básica de la Unidad Educativa Abdón Calderón Garaicoa sobre la aplicación (figura 4). Se realizaron en dos tiempos diferentes, por lo que los datos del pretest y del post test se recogieron en dos días diferentes.

Como podemos observar en la figura 5, el promedio del curso en general, de 20 estudiantes, fue muy bajo por lo que se identifica que no tienen mucho conocimiento de estos temas.

Al evaluar los resultados que se pudieron obtener en cada pregunta, a pesar de que no se obtuvieron muchas respuestas correctas, en las preguntas de colores, los estudiantes obtuvieron más respuestas correctas, por lo tanto, la aplicación les ayudará a dominar este tema, a diferencia de los demás.

**Figura 5**

*Estadística del pre test*

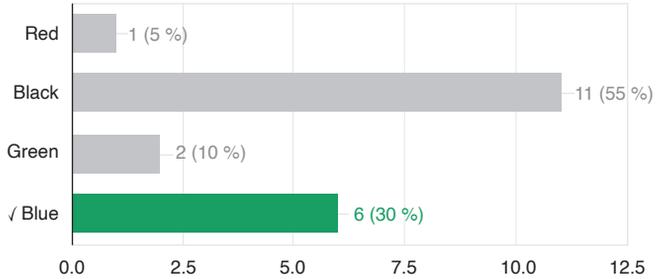


A continuación, se presenta los resultados obtenidos en algunas de las preguntas realizadas.

**Figura 6**

*Resultados de la primera pregunta*

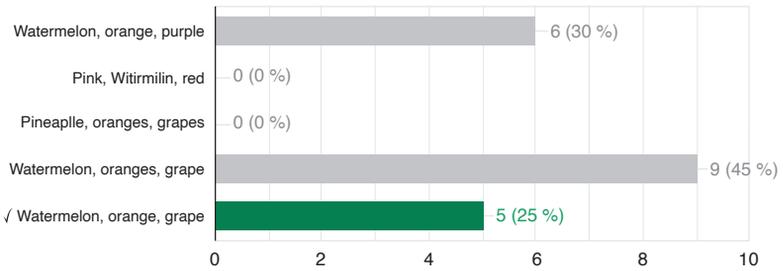
¿Cuál es este color en inglés?  
6/20 respuestas correctas



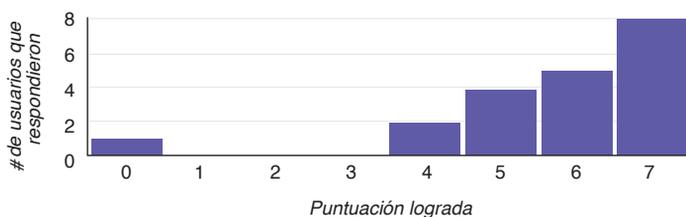
**Figura 7**

*Resultados de la cuarta pregunta*

Escoge los nombres correctos de cada fruta en inglés  
5/20 respuestas correctas



Una vez obtenidos estos resultados, el segundo día de prueba se les enseñó a los niños el uso de la aplicación desarrollada con blippar, por lo que se llevó seis dispositivos celulares en los que los niños pusieron en práctica el manejo de dicha aplicación. Una vez realizada la interacción con la aplicación, se aplicó el post test. Como resultado se obtuvo un mejor promedio (figura 8), en este caso el formulario constó de siete preguntas.

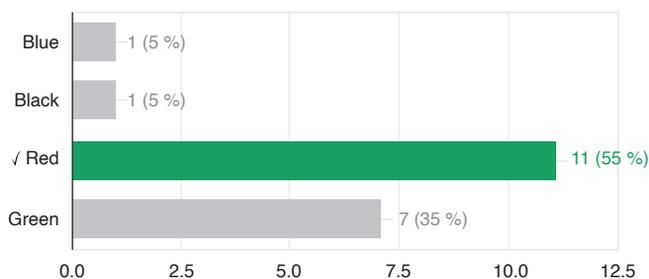
**Figura 8***Estadísticas del post test***Distribución de puntos totales**

Como se observa en las figuras 9 y 10, en el post test se obtuvo una mayor cantidad de respuestas acertadas en el conocimiento de inglés. Estos son algunos de los resultados obtenidos en las preguntas.

**Figura 9***Resultados de la primera pregunta*

¿Cuál es este color en inglés?

11/20 respuestas correctas

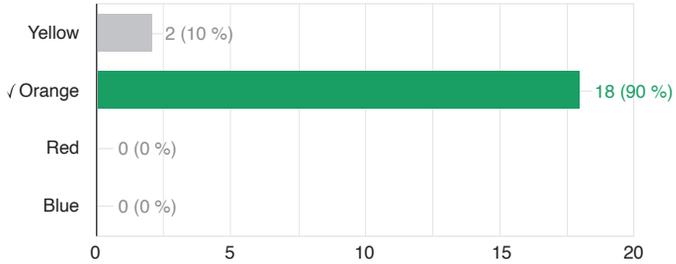


**Figura 10**

*Resultado de la cuarta pregunta*

¿Cuál es este color en inglés?

18/20 respuestas correctas



La diferencia entre ambos test es considerable. En esta última prueba se obtuvo un mejor puntaje en el tema colores (figuras 9 y 10) y de la misma manera una mejor captación de los temas “frutas” y “verb to be”, por lo que podemos indicar que este sistema de aprendizaje resultó favorable para el aprendizaje del inglés de los niños y niñas de la institución educativa.

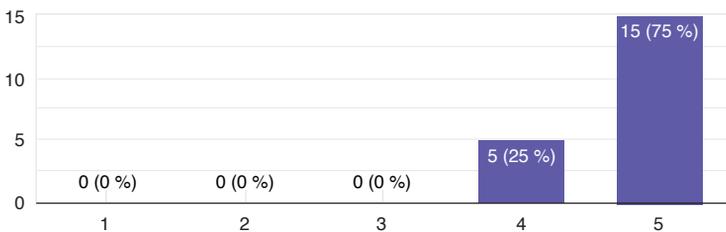
Como prueba final se realizó una encuesta de emociones, que se desarrolló con el objetivo de saber cómo se sintió el niño al usar la aplicación, en la cual se obtuvieron buenos resultados (figuras 11, 12 y 13), por lo que se preguntó a algunos niños si volverían a utilizar la herramienta y su respuesta fue positiva.

**Figura 11**

*Resultado de la encuesta de emociones-aspecto Felicidad*

Se sintieron feliz usando está aplicación

20 respuestas

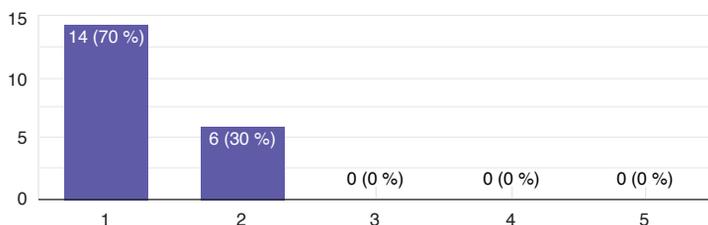


**Figura 12**

*Resultado de la encuesta de emociones-aspecto Ansiedad*

Les desesperó usar la aplicación

20 respuestas

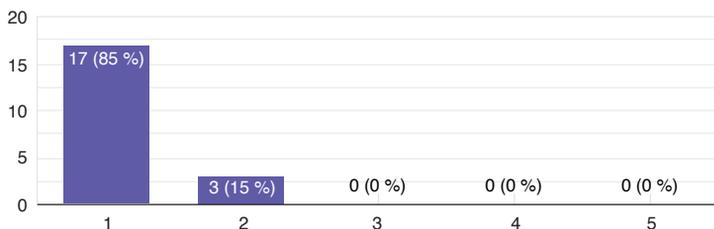


**Figura 13**

*Resultado de la encuesta de emociones-aspecto Aburrimiento*

Les pareció aburrido y poco interactivo la aplicación

20 respuestas

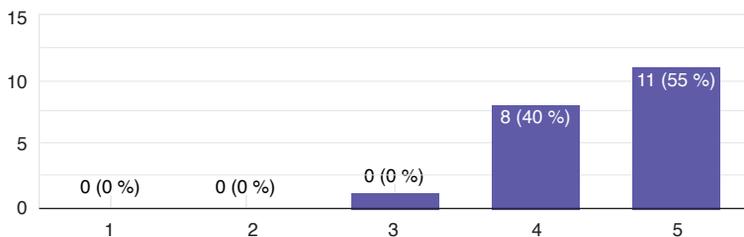


**Figura 14**

*Volvería a utilizar la herramienta?*

Cuando no quieren estudiar inglés, este método les motiva hacerlo.

20 respuestas

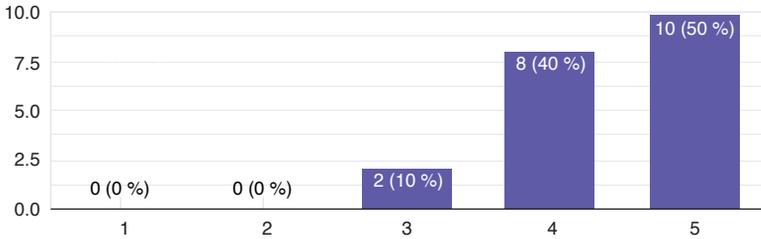


**Figura 15**

*Le gustó este método para aprender inglés?*

Les gustó este método para aprender inglés.

20 respuestas



## Discusión

Los resultados muestran una mejora en el aprendizaje del idioma inglés por parte de los estudiantes que usaron la herramienta de RA.

Por otra parte, Ma (2022) realizó un proyecto similar con diferente metodología, donde se separaron a dos grupos. Para el primer grupo, la enseñanza fue de forma tradicional y en el segundo se aplicó la RA. Los resultados obtenidos identificaron grandes mejoras al momento de realizar la prueba.

Como resultado de este cuasiexperimento se obtuvo que, con la aplicación de Realidad Aumentada, se pudo obtener mejores resultados, debido a lo novedoso y divertida que puede ser para los estudiantes esta herramienta, captando más atención y más participación durante la clase. Sin embargo, uno de las desventajas fue la falta de conectividad de la escuela, debido a que el internet no era tan eficiente y a su vez la aplicación Blippar, en algunos momentos, no se podía cargar correctamente.

Por último, existieron algunas limitaciones en el proyecto, como la falta de dispositivos móviles, ya que la institución educativa no autoriza que los niños lleven celular al plantel, por lo que para

realizar las pruebas tuvieron que llevar los dispositivos; pero solo se pudo acceder a seis dispositivos por lo que se debió dejar esperando a los alumnos para que todos puedan participar.

Otra limitación fue el acceso a internet. Para ingresar al proyecto en Blippar, el dispositivo debe estar conectado a una red, la institución no contaba con esta por lo que la conexión se efectuó a uno de los dispositivos personales, lo que generó lentitud al momento de usar la aplicación ya que eran muchos dispositivos conectados a una sola red celular.

## Conclusiones

El uso de aplicaciones de realidad aumentada en la educación, y en especial en la asignatura de inglés incide positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje y favorece la motivación de estudiantes. Esta tecnología, además de ser atractiva para los niños del 7mo curso de educación básica, les ayudó a comprender los temas estructurados en el idioma inglés de una manera interactiva y dinámica, al punto que algunos de los niños consideraron seguir utilizándola como método de estudio.

## Agradecimiento

Al Grupo de Innovación Educativa GIE IDI de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, por permitirnos participar en el desarrollo de tecnologías para la educación dentro del proyecto MEMOTECH. Al Rector de la Unidad Educativa Abdón Calderón Garaicoa, Lcdo. Cristhian Alcaraz, por la oportunidad brindada para poder realizar las pruebas de la investigación.

## Referencias bibliográficas

- Cárdenas, H. A., Mesa, F. Y. y Suárez, M. J. (2018). *Augmented reality (RA): applications and challenges for using it in the classroom*.
- Chang, Y. S., Chen, C. N. y Liao, C. L. (2020). Enhancing english-learning performance through a simulation classroom for EFL students

- using augmented reality. A junior high school case study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(21), 1-24. <https://doi.org/10.3390/app10217854>
- Chen, C. H. (2020). AR videos as scaffolding to foster students' learning achievements and motivation in EFL learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 657-672. <https://doi.org/10.1111/bjet.12902>
- Fourman, M. S., Ghaednia, H., Lans, A., Lloyd, S., Sweeney, A., Detels, K., Dijkstra, H., Oosterhoff, J. H. F., Ramsey, D. C., Do, S. y Schwab, J. H. (2021). Applications of augmented and virtual reality in spine surgery and education: A review. *Seminars in Spine Surgery*, 33(2). <https://doi.org/10.1016/j.semss.2021.100875>
- Hashim, H. U., Yunus, M. M. y Norman, H. (2022). 'AReal-Vocab': An augmented reality english vocabulary mobile application to cater to mild autism children in response towards Sustainable Education for Children with Disabilities. *Sustainability (Switzerland)*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/su14084831>
- Huertas-Abril, C. A., Figueroa-Flores, J. F., Gómez-Parra, M. E., Rosa-Dávila, E. y Huffman, L. F. (2021). Augmented reality for esl/efl and bilingual education: An international comparison. *Educacion*, XXI, 24(2), 189-208. <https://doi.org/10.5944/educxx1.28103>
- Jamrus, M. H. M. y Razali, A. B. (2019). Augmented reality in teaching and learning english reading: realities, possibilities, and limitations. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 8(4). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v8-i4/6696>
- Ma, X. (2022). Teaching Mode of Augmented Reality College English Listening and Speaking Supported by Wearable Technology. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, 2181512. <https://doi.org/10.1155/2022/2181512>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J. y Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivation and augmented reality: Students as consumers and producers of learning objects. *Aula Abierta*, 47(3), 337-346. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Martínez Pérez, S. y Fernández Robles, B. (2018). Objects of augmented reality: Perceptions of pedagogy students. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educacion*, 53, 207-220. <https://doi.org/10.12795/pixel-bit.2018.i53.14>

- Merino, C., Iturbe-Sarunic, C., Miller, B. G., Parent, C. E., Phillips, J. G., Pino, S., Garrido, J. M., Arenas, A. y Zamora, J. (2022). Snailed It! Inside the Shell: Using Augmented Reality as a Window Into Biodiversity. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.933436>
- Morales Carrillo, J. y Zambrano Vera, W. O. (2022). *Realidad aumentada en aplicaciones móviles educativas*. 77-95.
- Rodríguez-García, A. M., Hinojo-Lucena, F. J. y Reda-Montoro, M. (2019). Design and implementation of an educational project on interculturality in early childhood education using augmented reality and QR codes. *Educar*, 55(1), 59–77. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.966>
- Tiede, J., Matin, F., Treacy, R., Grafe, S. y Mangina, E. (2021). Evaluation design methodology for an AR app for english literacy skills. *Proceedings of 2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network, ILRN 2021*. <https://doi.org/10.23919/iLRN52045.2021.9459392>
- Tsai, C. C. (2020). The effects of augmented reality to motivation and performance in EFL vocabulary learning. *International Journal of Instruction*, 13(4), 987-1000. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13460a>

CAPÍTULO III  
**Estudio bibliométrico  
de la realidad aumentada aplicada  
a la educación superior**

---

Edison Malán Gusñay  
Universidad Politécnica Salesiana  
emalan@est.ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0002-3646-8660>

Bertha Naranjo Sánchez  
Universidad Politécnica Salesiana  
bnaranjo@ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

## **Introducción**

Durante las últimas décadas, el avance tecnológico a nivel mundial ha desempeñado un papel significativo en impulsar los avances científicos para el beneficio de la humanidad. La irrupción de internet, dispositivos inalámbricos como teléfonos celulares y similares, software y otras tecnologías emergentes ha allanado el camino para la creación de una serie de aplicaciones que se han integrado perfectamente en nuestra vida diaria, convirtiéndose en componentes indispensables.

En esta perspectiva, la RA se refiere al “acceso a información adicional imperceptible para los sentidos humanos, mediante la superposición de estímulos artificiales sobre objetos del mundo real”

(Altomari, 2017, p. 43). Por otro lado, el análisis bibliométrico es un proceso tecnológico con el cual se analiza literatura científica sobre un tema específico aplicando ciertos parámetros, para este ejercicio se utilizó información filtrada de la plataforma Scopus, que luego fue procesada en el software (VOSviewer).

La educación superior a nivel global se encuentra a la vanguardia en términos de investigación científica, según datos proporcionados por la SENESCYT (2022), durante el período comprendido entre 2015 y 2020, se produjeron un total de 47 086 publicaciones científicas en revistas indexadas. Estas cifras muestran un crecimiento progresivo en la producción científica a lo largo de estos años: “en 2015 se registraron 3969 documentos, en 2016 aumentó a 5499, en 2017 alcanzó los 8648, y esta tendencia continuó con 9128 documentos en 2018, 9604 en 2019 y finalmente 10 238 en 2020” (SENESCYT, 2022, p. 15).

Este análisis revela el constante y significativo avance del análisis del ámbito de la educación superior que refleja un compromiso creciente con el desarrollo científico a nivel internacional. En este contexto, es pertinente analizar cuántas de estas publicaciones corresponden a la temática de la RA en el contexto de la educación superior, haciendo uso de la plataforma de datos Scopus.

Entonces, la falta de una evaluación sólida en la producción científica relacionada con la RA constituye el principal problema. Esta deficiencia señala una brecha en la comprensión y apreciación de la investigación en este ámbito específico. Las causas probables que originaron esta dificultad, es la falta de habilidad para analizar investigaciones científicas, el sesgo que se observa en el análisis de información dentro de la educación superior y la falta de coordinación entre los investigadores y las instituciones académicas. Mientras que los principales efectos están relacionados a la limitada comprensión de las tendencias tanto emergentes como en declive, la distorsión en el análisis de la información debido a la falta de habilidad en el uso de la bibliometría y la ineficacia en la producción y evaluación académica.

Las cuestiones centrales de este análisis se derivan de las variables que constituyen el tema de investigación. Como interrogante general que guiará este análisis trata acerca de: ¿Cuál es el propósito de desarrollar un estudio bibliométrico sobre la RA en la educación superior? A su vez, las preguntas específicas incluyen: ¿Qué investigaciones académicas están explorando y aplicando la RA en el ámbito de la educación superior? ¿Cuáles son los patrones o tendencias de la RA que han sido identificados en dichas investigaciones mediante el uso de bibliometría? Por último, ¿Cuáles son los indicadores bibliométricos que reflejan los hallazgos de la RA como descubrimientos científicos dentro de la comunidad académica?

En consecuencia, en aras de abordar estas interrogantes dentro del contexto de este análisis académico, el objetivo general se establece en analizar la producción científica mediante un estudio bibliométrico que examine la implementación de la RA en la Educación Superior. Mientras que los objetivos específicos son: identificar la literatura científica relevante relacionada con la aplicación de la RA en entornos de Educación Superior; evaluar la frecuencia y distribución de las publicaciones a lo largo del tiempo, identificando tendencias, patrones y áreas específicas de enfoque en la investigación bibliométrica; establecer indicadores bibliométricos y otros parámetros relevantes, para evaluar el impacto y la relevancia de la producción científica en este campo específico.

La hipótesis general plantea que, al identificar investigaciones académicas sobre RA y al emplear una evaluación bibliométrica para detectar patrones y tendencias en este campo, junto con el establecimiento de indicadores bibliométricos de la producción científica, se podrá llevar a cabo un análisis exhaustivo.

Este estudio se justifica por la necesidad de ahondar en el conocimiento y promover el conocimiento de la RA en el ámbito académico. Las universidades tienen un papel esencial en formar profesionales con las habilidades necesarias para el mercado laboral. En este contexto de rápido avance tecnológico, es crucial adoptar

nuevas herramientas educativas que apoyen el proceso de aprendizaje. La RA ha experimentado un desarrollo significativo y se ha implementado ampliamente en la educación, ofreciendo diversas aplicaciones y usos.

El problema central incluye la falta de acceso a tecnologías necesarias, la disponibilidad limitada de repositorios en la educación superior, la escasez de herramientas especializadas y el uso de tecnología obsoleta. Esta situación resulta en una evaluación insuficiente de la producción científica, lo que lleva a una comprensión limitada de las tendencias emergentes y una ampliación de la brecha tecnológica. Además, restringe las actividades de investigación en términos técnicos y disminuye la eficiencia y competitividad de las investigaciones debido a la restricción en el acceso a recursos académicos.

Otro aspecto crucial es la presencia de sesgos en el análisis de información en la educación superior, originados por la falta de conocimiento generalizado sobre el manejo de la bibliometría, como una forma de evaluar la producción científica. Esto conlleva a la carencia de capacitación en su uso, la escasez de información filtrada y la falta de actualización de la misma en el ámbito educativo superior. Estos factores dificultan realizar un análisis imparcial y exhaustivo de la investigación académica. Además, la falta de habilidad en el uso de la bibliometría provoca un análisis distorsionado de la información y una aplicación incorrecta de métodos, lo que resulta en una evaluación deficiente de la calidad de la producción científica y en la difusión de información falsa y engañosa, lo que a su vez obstaculiza el progreso del conocimiento.

La falta de colaboración entre investigadores e instituciones académicas, debido en parte a la falta de incentivos económicos, reduce la motivación de los investigadores y puede afectar la calidad de las investigaciones. Para abordar esto, se necesitan mejoras en la capacitación, acceso a tecnología actualizada y la creación de incentivos económicos. Además, se requiere una mayor coordinación entre los involucrados en la producción y evaluación de la investigación

académica. La ineficiencia en este proceso también afecta la motivación de los investigadores y aumenta el riesgo de perder financiamiento, lo que afecta la reputación de las instituciones académicas en el ámbito científico y académico.

## **Realidad Aumentada (RA)**

El surgimiento de la RA es una tecnología que se adapta con la realidad, tal y cual como la conocemos, y su funcionamiento es mucho más amigable y armónico, por lo que en los últimos años su uso se ha expandido de forma acelerada, en todos los ámbitos de la sociedad. En esta perspectiva, la diferencia entre RA con la RV “Realidad Virtual” como tecnologías emergentes, se basa fundamentalmente que la RA es mixta, es decir es una combinación entre la virtualidad y la realidad. Mientras que, la RV, “es un proceso tecnológico que trata de cambiar todo el entorno real realidad” (Gómez García *et al.*, 2020, p. 37).

La RA, según Sherman y Craig (2003), “permite el acceso a información adicional que no sería perceptible únicamente a través de los sentidos humanos, para lo cual estimula artificialmente los objetos de la realidad” (Altomari, 2017, p. 43). Por otro lado, la RA como un avance tecnológico, permite “superponer datos virtuales sobre el entorno físico, mejorando el mundo conocido, esto ha permitido que su uso se expanda en sectores como el comercio, la ciencia, la educación, el turismo, el automotriz y los ámbitos sociales” (Rigueros, 2017, p. 258).

En esencia, la RA implica colocar objetos virtuales sobre la realidad para mejorar la experiencia visual, utilizando tecnologías de RV. La atención al detalle es crucial para crear una experiencia visual atractiva para el consumidor. Para ilustrar este concepto, se presenta un modelo de la RA en la figura 1.

**Figura 1***Modelo de Realidad Aumentada (RA)*

*Nota.* La figura representa los pasos a seguir en un proceso de la RA. Tomado de: RV y RA en la educación, una instantánea nacional e internacional (p. 43), por Rigueros, 2017.

Este modelo implica diversas estrategias y técnicas para implementar la RA. Se inicia con la captura de imágenes reales, las cuales suelen contener ruido. Es crucial mejorar su calidad mediante la identificación de características clave y la aplicación de creatividad. Durante el procesamiento de señales, se busca detectar elementos importantes, como bordes o patrones, necesarios para integrar efectivamente objetos virtuales en el entorno real. Técnicas como el filtrado de ruido y la mejora de calidad de señales logran una apariencia visual más nítida de los objetos virtuales, minimizando la interferencia de elementos no deseados y creando así una experiencia de la RA más fluida y convincente para los usuarios.

En la etapa de Segmentación y extracción de objetos se lleva a cabo un análisis detallado de imágenes y videos para identificar y separar los objetos de interés en una escena, lo cual resulta fundamental para diferenciar entre el fondo y los elementos que se superpondrán virtualmente. En el quinto proceso, se sustituye un objeto físico del mundo real por uno generado digitalmente, utilizando el objeto real como referencia para posicionar y alinear el objeto virtual en la escena. Finalmente, en la fase de ubicación de objetos, los objetos virtuales se ajustan continuamente en tiempo real para adaptarse a los cambios en la perspectiva del usuario o en el entorno, lo que permite una experiencia inmersiva que transforma la percepción del objeto en RA.

La RA incorpora información visual adicional sobre el entorno real mediante dispositivos tecnológicos como celulares o tabletas. “La fusión de lo real y lo virtual contribuye de manera completa a mejorar el proceso de aprendizaje, investigación y expresión creativa en el ámbito educativo” (Rodríguez, 2022, p. 2). De tal forma que, la sociedad ha experimentado una evolución continua y ha incorporado nuevas tecnologías en su día a día. En este proceso, ciertos sectores han permanecido a la vanguardia, aunque también se ha observado un crecimiento notorio en la brecha tecnológica. En los últimos años, estas diferencias se han vuelto evidentes con la transición desde las máquinas de escribir hasta las primeras computadoras. Ya no bastaba con saber utilizar el teclado, sino que era necesario dominar una variedad de software dependiendo de las actividades realizadas. En la actualidad, con la aparición de nuevas tecnologías de la RV y RA, se está ampliando una nueva brecha tecnológica entre las generaciones de profesionales que no han logrado mantenerse actualizadas con los avances tecnológicos más recientes.

Sin embargo, el uso de dispositivos móviles con tecnología de la RA se presenta casi como una obligación para las generaciones mayores, mientras que para las nuevas generaciones resulta mucho más natural. Esta tecnología tiene un potencial significativo para mejorar diversos aspectos de la vida diaria. Este panorama plantea un desafío para la nueva generación, que busca avanzar en el desarrollo y la mejora de aplicaciones de la RA. “El objetivo principal es incrementar la satisfacción del usuario al proporcionar experiencias más útiles y gratificantes” (Rodríguez, 2022, p. 105).

Las nuevas tecnologías son transversales y vinculantes, es decir no es meramente una tecnología para un fin específico, sino que al contrario su multiplicidad de uso hace que sigan expandiéndose en todos los ámbitos. “En el contexto de la educación existen una serie de tecnologías, sin embargo, la RA y la RV (Realidad Virtual) está destacándose” (Silva *et al.*, 2020, p. 1025). De tal forma que, la RA no es invento de ahora, sino que al contrario esta tecnología está siendo implementada en varios procesos.

Siendo así, según Rigueros (2017) pone de ejemplo aplicaciones de la RA en diferentes áreas. Estos ejemplos incluyen Microsoft HoloLens, unas gafas que fusionan de manera fluida el mundo físico con información virtual; Google Glass de la marca Google; Ikea y su catálogo de muebles que permite colocarlos en el entorno del hogar para visualizar cómo lucirían a través de la RA; Volkswagen y sus aplicaciones de la RA utilizadas para comparar el consumo de energía de electrodomésticos con el de sus vehículos; Starbucks Electric Café, donde los clientes pueden enviar mensajes de San Valentín en sus tazas de café; Mercedes Benz que permite a los usuarios verificar la apariencia de nuevos modelos de automóviles; Carrefour y sus innovadores catálogos de la RA; Audi, que emplea manuales de usuario en RA para los compradores de sus automóviles (Rigueros, 2017, p. 259).

El aprendizaje a nivel mundial ha experimentado una transformación notable con la adopción de nuevas tecnologías. La pandemia global de COVID-19 ha impulsado de manera significativa el uso de la tecnología, plataformas, aulas virtuales y clases asincrónicas. En este contexto, la RA, integrada en diversos dispositivos, especialmente en teléfonos celulares y tabletas, ha mejorado de manera positiva la experiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje, al hacerla más accesible a las necesidades individuales. Esto ha facilitado una interacción más fluida con el entorno virtual (Campos *et al.*, 2020, p. 48).

Con el tiempo, los métodos de enseñanza han evolucionado positivamente, pero también han puesto de manifiesto nuevas diferencias sociales en términos de acceso y recursos educativos. Las disparidades entre la educación pública y privada, así como entre aquella financiada de distintas maneras, son evidentes. Mientras algunos estudiantes de bajos recursos aspiran a acceder a la universidad, otros con mayores recursos tienen acceso a tecnología avanzada y a instituciones educativas de élite. En este contexto, se sugieren que la RA podría ser una herramienta motivacional para todos los estudiantes, independientemente de su nivel socioeconómico (Gómez García *et al.*, 2020, p. 36).

De tal forma que, la RV incide de forma positiva en la motivación de los educandos, dado que las enseñanzas son más dinámicas. En esta perspectiva, Kim y Hall (2019) señalan que los estudiantes mantienen elevada la motivación personal mientras que reciben clases con la RA. Además, Rockstroh *et al.* (2019) demostraron que la RV incrementaba la motivación y la atención durante la enseñanza. De tal forma que, estos datos revelan que la RA influye positivamente la motivación y el interés por el aprendizaje en diferentes áreas educativas (Campos *et al.*, 2020, p. 48).

Los resultados de una investigación de la RA en el contexto de la educación superior enfocado con las Ciencias Sociales mencionan que favorecen al proceso de enseñanza-aprendizaje. Sobre todo, las actividades pedagógicas con el uso de la RA fomentan a una reflexión mucho más profunda, de tal forma que, favorece los procesos cognitivos con respecto a las materias de los programas de Educación y Trabajo Social (Cabero *et al.*, 2018, p. 32). Los parámetros numérico-estadísticos y los criterios derivados del software VOSviewer, en un enfoque cualitativo, pueden resultar útiles para producir interpretaciones sociales. Por consiguiente, la prevalencia de investigaciones sobre la RA en un país podría asociarse con la competencia de los expertos en el campo, el respaldo financiero de los gobiernos hacia la investigación científica, y la influencia cultural de la sociedad en cuestión.

De tal forma que, resulta relevante destacar el planteamiento que hacen Cabero *et al.* (2018), en cuanto a que la RA no solo se puede utilizar en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje, sino también considera que es una herramienta valiosa con un considerable potencial para mejorar las competencias profesionales tanto de educadores como de trabajadores sociales (Cabero *et al.*, 2018, p. 32). Por lo tanto, es responsabilidad de los profesionales antiguos y de esta generación, la actualización de conocimientos con respecto a la RA, así se acortará la brecha tecnológica y se fomentará una mayor eficiencia en sus puestos de trabajo. No cabe la pelea con la

tecnología, sino la empatía tecnológica por parte de los profesionales y estudiantes del nuevo siglo.

El uso de una base de datos acerca de cualquier tipo de publicaciones y software que permitan analizar los parámetros cuantitativos; efectivamente en los actuales momentos evidencia la disponibilidad de un buen número de trabajos científicos. En esta perspectiva, según Lorenzo y Scagliarini (2018) en esta relación entre el ámbito educativo y la RA menciona que, se han desarrollado una variedad de investigaciones científicas. Por lo tanto, los autores y coautores prefieren y tienen la posibilidad de desarrollar nuevas investigaciones con pocos años de publicación (Lorenzo y Scagliarini, 2018, p. 57).

La aplicación de un análisis bibliométrico con herramienta cuantitativa, no siempre conduce a una interpretación del mismo enfoque; sino que, desde una lógica analítica permite generar interpretaciones de tipo cualitativo y mixto. En esta perspectiva, según Zainuddin (2009), refiriéndose a una investigación sobre dificultades que atravesaban estudiantes sordos con respecto a temas de aprendizaje acerca de microorganismos, propuso el diseño de un texto especial de la RA llamado AR Science for Deaf Learners (Díaz *et al.*, 2022, p.114). El estudio bibliométrico permite un acercamiento real sobre los patrones y tendencias, sobre las cuales hay que desarrollar un análisis más profundo, pudiendo ser que sugiera el enfoque cualitativo.

### **Análisis bibliométrico**

La bibliometría proporciona herramientas para examinar la cantidad de publicaciones, la frecuencia de citas, la colaboración entre investigadores y otros indicadores que ayudan a entender la dinámica de la investigación. Por lo tanto, desempeña un papel esencial en la evaluación de la actividad científica, ofreciendo distintas perspectivas para evaluar la investigación mediante la cienciometría (Tomás y Tomás, 2018, p. 146).

El análisis bibliométrico exhaustivo de la revista *Psykhe*, realizado por Salas *et al.* (2017), abarcó el período desde 1992 hasta 2016. Este estudio examinó un total de 531 artículos científicos distribuidos en 25 volúmenes y 48 números de la revista. Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron varios indicadores, que incluye productividad, colaboración, temas y metodologías, e impacto. Los resultados sostienen que la mayoría de los artículos fueron escritos por mujeres, y que la psicología educativa fue el tema predominante del artículo científico.

Según Kundakçı y Atay (2023), menciona que desarrollaron un análisis sobre la utilización de la tecnología en la educación anatómica, empleando el método estadístico (De Bakker *et al.*, 2005), que involucró diversos cálculos (Mastur *et al.*, 2021), como el número de citas o publicaciones por autor, institución o país, la aparición de palabras clave y la coautoría. Por otro lado, Bakker *et al.* (2005) realizaron un examen bibliométrico sobre la Responsabilidad Social Corporativa y el desempeño social en un periodo de 30 años, revelando que el avance de la literatura en esta área se ha visto limitado por la falta de un constructo estandarizado de este concepto. Esto subraya la importancia y relevancia de emplear metodologías bibliométricas en la investigación contemporánea (Estudios Gerenciales, 2019, p. 452).

## **Metodología**

### *Métodos y técnicas de recopilación de datos utilizados*

La investigación realizada para este estudio puede clasificarse como investigación básica o pura, complementada con un análisis documental. Es decir que, la investigación documental implica la exploración del investigador en diversos textos, revistas, registros y otras fuentes relevantes (Arias y Covinos, 2021, p. 68). Por otro lado, la investigación básica implica la recopilación de una base teórica sobre un tema particular, en este caso, la RA.

En lo referente a la parte metodológica de este análisis, se generó una data de 459 publicaciones obtenida a través de la base de datos Scopus, de los últimos cinco años. Se filtró esta información considerando las variables “augmented reality” (RA) y “higher education” (educación superior).

Los parámetros que se aplicaron en la plataforma Scopus fueron las variables RA y educación superior en el periodo 2019-2024; en esta perspectiva, es la unidad de análisis para desarrollar este estudio (Condori, 2020, p. 3). De tal forma que, se excluyeron todas las investigaciones anteriores a este periodo. Además, se incluyeron el resto de parámetros como, temáticas, tipos de documentos registrados, idiomas, palabras clave que Scopus haya considerado, países, etc. Para este análisis, la población total corresponde a 459 documentos científicos, filtrados por la data Scopus de acuerdo con los parámetros establecidos en la figura 2.

### Figura 2

*Variables filtradas en Scopus Preview*

The image shows a screenshot of the Scopus search interface. At the top right, there is a toggle for 'Consulta avanzada' (Advanced search) which is currently turned off. Below this, there are two search filter boxes. The first box contains the text 'Buscar dentro de Todos los campos' (Search within all fields) and a dropdown arrow. To its right, the search criteria are 'Buscar documentos \* realidad AND aumentada' (Search documents \* reality AND augmented) with a clear button (X) and a trash icon. The second box is similar, with 'Buscar dentro de Todos los campos' and search criteria 'Buscar documentos \* educación AND superior' (Search documents \* education AND superior). At the bottom left, there is a '+ Agregar campo de búsqueda' (Add search field) button. At the bottom right, there are 'Restablecimiento' (Reset) and 'Buscar Q' (Search) buttons.

### *Métodos y técnicas de recopilación de análisis de datos*

El enfoque de investigación o metodología utilizada en este estudio es cuantitativo, ya que el uso de software VOSviewer requiere el establecimiento de parámetros y patrones. Es decir, el propósito es caracterizar objetivamente las publicaciones de la RA y describir los patrones y tendencias de forma deductiva en relación con el marco

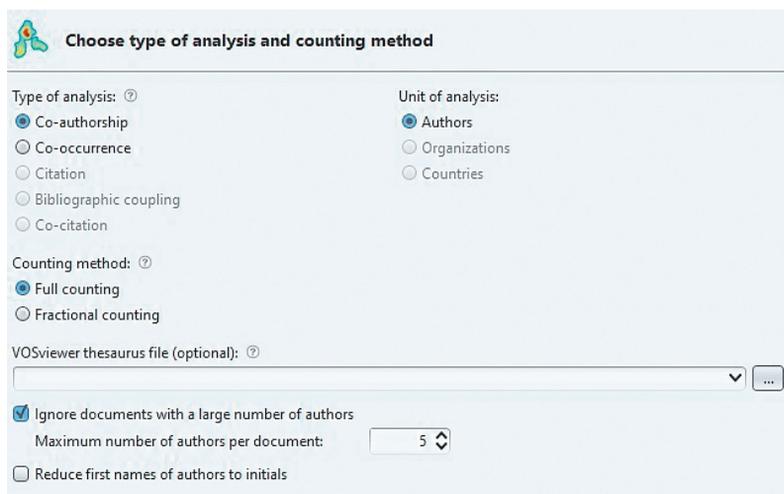
teórico. Para el efecto se procedió a recopilar y procesar la base de datos de publicaciones acerca de la RA obtenida en Scopus.

Para aplicar el análisis bibliométrico se utilizó el software VOSviewer; no fue necesario obtener una muestra, sino que se analizó sobre la totalidad de los datos. La página oficial VOSviewer se define como una herramienta para visualizar y analizar redes de citación y términos clave en documentos científicos, a través de patrones de “co-citación”, “co-autoría” y “co-ocurrencia” de términos en un conjunto de publicaciones. El número máximo de autores por documentos seleccionados fue de cinco autores (figura 3).

Posterior al filtro de la data de Scopus, se procedió a establecer parámetros en el software VOSviewer según se detalla en la figura 3.

**Figura 3**

*Variables filtradas en software VOSviewer*



The image shows the 'Choose type of analysis and counting method' window in VOSviewer. It features several sections with radio button options and checkboxes. The 'Type of analysis' section includes 'Co-authorship' (selected), 'Co-occurrence', 'Citation', 'Bibliographic coupling', and 'Co-citation'. The 'Unit of analysis' section includes 'Authors' (selected), 'Organizations', and 'Countries'. The 'Counting method' section includes 'Full counting' (selected) and 'Fractional counting'. Below these is a dropdown for 'VOSviewer thesaurus file (optional)'. At the bottom, there are two checkboxes: 'Ignore documents with a large number of authors' (checked) with a 'Maximum number of authors per document' spinner set to 5, and 'Reduce first names of authors to initials' (unchecked).

El alcance de la investigación realizada en este estudio es cuantitativo y analítico, ya que su objetivo es identificar y describir las propiedades, características y perfiles de grupos, comunidades, objetos o cualquier otro fenómeno de interés a través de indicadores

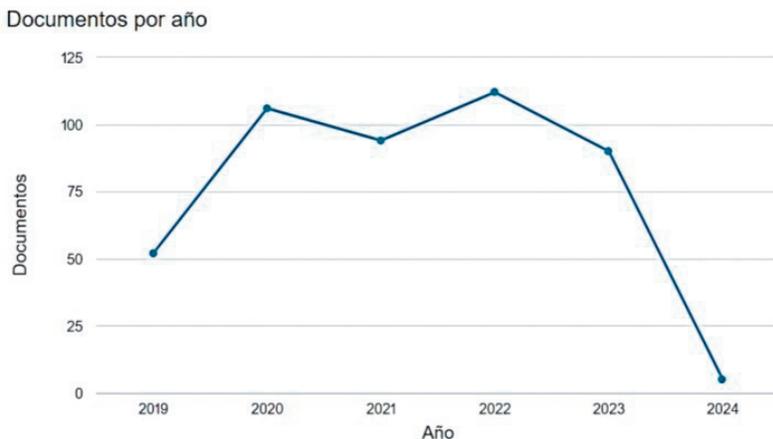
obtenidos con herramientas específicas como Vosviewer, que permite hacer un análisis correlacional de las variables de investigación. En este tipo de investigación se recopilan y miden datos relacionados con la variable de estudio para proporcionar una comprensión integral del tema investigado (Sampieri, 2014, p. 70).

## Resultados

En este apartado se analiza y sintetiza la información recabada, se definen y se organizan los resultados, de acuerdo con los objetivos generales y específicos de este artículo científico. Así, respecto a la identificación de documentos científicos relevantes relacionados con la aplicación de la RA en entornos de la Educación Superior, se generaron los siguientes resultados, detallados en la figura 4.

Figura 4

*Documentos filtrados por año, periodo 2019-2024*



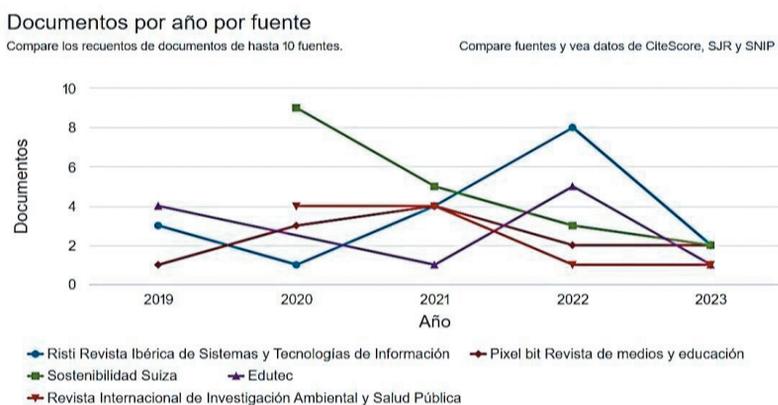
Se exportó desde la plataforma de datos Scopus 459 documentos científicos. De ellos, 52 investigaciones se documentaron en 2019, seguidas de 106 investigaciones en 2020, 94 documentos en 2021, 112 documentos en 2022, 90 documentos en 2023 y cinco documentos en 2024. De tal forma que, cabe destacar que, a partir de

2022, se ha producido un notable descenso en el número de investigaciones en la base de datos Scopus, lo que significa aparentemente una tendencia a la baja. Sin embargo, cabe considerar que aún hace falta once meses para que concluya este periodo 2024.

El siguiente análisis toma como referencia a cinco editoriales que han generado más publicaciones en el periodo 2019-2024, detalladas en la figura 5.

**Figura 5**

*Documentos por año por fuente, periodo 2019-2024*



Se identificaron cinco fuentes académicas prominentes, encabezadas por *Sostenibilidad Suiza* con 19 documentos, seguida por *Risti Revista Ibérica de Sistema y Tecnología de Información* con 18 documentos. Además, se encontraron *Pixel bit Revista de medios y educación* con 12 documentos, *Edutec* con 11 documentos y la *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública* con diez documentos.

- Risti, entre 2020 y 2022 mostró una trayectoria ascendente. Sin embargo, los años siguientes revelaron un claro cambio hacia la baja en su tendencia
- Editec: durante el período de 2019 a 2021 experimentó un declive gradual, aunque no tan pronunciado. En 2022,

hubo un ligero repunte, aunque permaneció por debajo de Risti. Sin embargo, para 2023, la tendencia de Editec cambió bruscamente, descendiendo notablemente.

- Sostenibilidad Suiza: esta fuente no registró ninguna publicación entre 2019 y 2020. No obstante, en 2020, hubo un aumento en los documentos registrados, seguido de una tendencia consistentemente a la baja hasta 2023.
- Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública: similar a Sostenibilidad Suiza, esta fuente también muestra una tendencia descendente, aunque se encuentra por detrás de la trayectoria de Sostenibilidad Suiza.
- Pixel bit Revista de Medios y Educación: la tendencia observada en esta fuente no muestra fluctuaciones significativas. Aunque hay un aumento marginal, también se observa una tendencia a la baja.

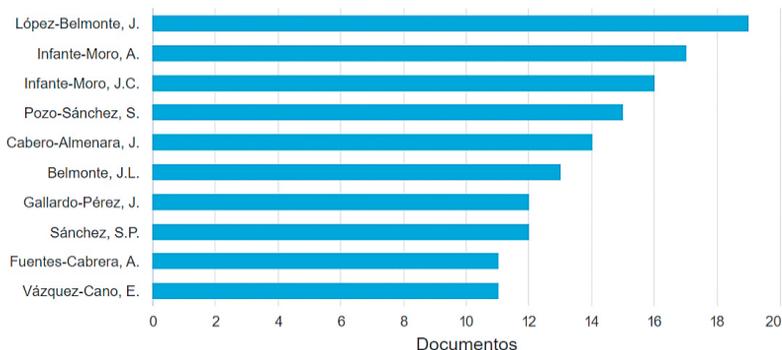
La base de datos Scopus, en sus análisis, registra a los diez autores con el mayor número de publicaciones, detallados en la figura 6.

### Figura 6

*Publicaciones por autor-coautor, periodo 2019-2024*

#### Documentos por autor

Compare los recuentos de documentos de hasta 15 autores.



Los investigadores que han publicado más de 11 artículos sobre el tema de la RA. Los siguientes diez investigadores destacan por sus registros de publicaciones:

- López-Belmonte, J. (19 publicaciones).
- Infante-Moro, A. (17 publicaciones).
- Infante-Moro, J.C. (16 publicaciones).
- Pozo-Sánchez, S. (15 publicaciones).
- Cabero-Almenara, J. (14 publicaciones).
- Belmonte, J. L. (13 publicaciones).
- Gallardo-Pérez, J. (12 publicaciones) Sánchez, S. P. (12 publicaciones).
- Fuentes-Cabrera, A. (publicación individual).
- Vázquez-Cano, E. (publicación individual).

Estos investigadores han realizado contribuciones significativas al campo de la RA a través de sus publicaciones. Su trabajo abarca diversos aspectos y aplicaciones de la RA en la educación. López-Belmonte, J., Infante-Moro, A., Infante-Moro, J. C., Pozo-Sánchez, S. y Cabero-Almenara, J. se encuentran entre los principales investigadores con un número significativo de publicaciones.

En el parámetro de esta evaluación, Scopus selecciona los diez países con mayor cantidad de registros de producción científica, detallados en la figura 7.

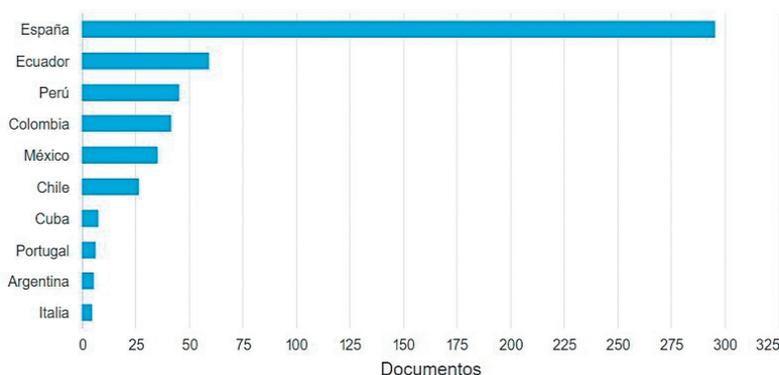
De tal forma que, España lidera la producción científica con 295 documentos; Ecuador le sigue con 59 documentos, aunque existe una brecha significativa con la producción de España, dado que su producción es de cinco a uno; Perú ocupa el tercer lugar con 45 publicaciones; Colombia está en cuarto lugar con 41 publicaciones; México se sitúa en quinto lugar con 35 publicaciones; Chile cuenta con 26 documentos, de esta forma ocupa el cuarto lugar de los que menos producen; Cuba tiene siete publicaciones; Portugal tiene seis publicaciones; y, Argentina tiene cinco publicaciones.

### Figura 7

Documentos por país o territorio, periodo 2019-2024

#### Documentos por país o territorio

Compare los recuentos de documentos de hasta 15 países o territorios.



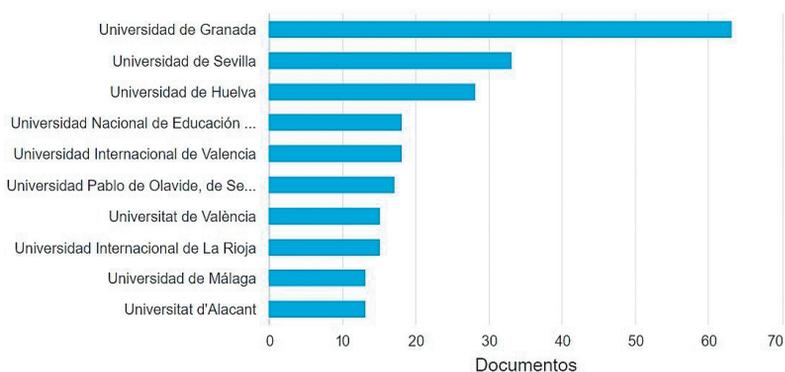
De tal forma que, España se destaca como el país líder en la producción de investigación científica, seguido por Ecuador; sin embargo, la tendencia de mayor producción científica recae sobre España. Por otro lado, la brecha entre estos dos países es significativa. Otros países como Perú, Colombia, México, Chile, Cuba, Portugal y Argentina también contribuyen a la investigación sobre RA y educación superior, aunque en menor medida.

En el parámetro las publicaciones según afiliación, es decir según las universidades, Scopus selecciona las diez universidades con mayor cantidad de registros de producción científica, detallados en la figura 8.

Las universidades que más contribuciones han realizado en este ámbito son la Universidad de Granada, con un total de 63 publicaciones, seguida por la Universidad de Sevilla, que ha aportado 33 publicaciones. Le siguen en orden descendente la Universidad de Huelva, con 28 documentos; la Universidad Nacional de Educación a Distancia y la Universidad Internacional de Valencia, ambas con 18 publicaciones cada una.

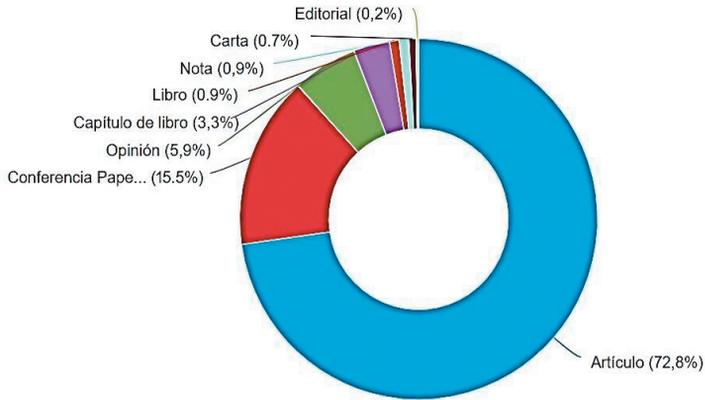
**Figura 8***Publicaciones por afiliación, periodo 2019-2024***Documentos por afiliación**

Compare los recuentos de documentos de hasta 15 afiliaciones.

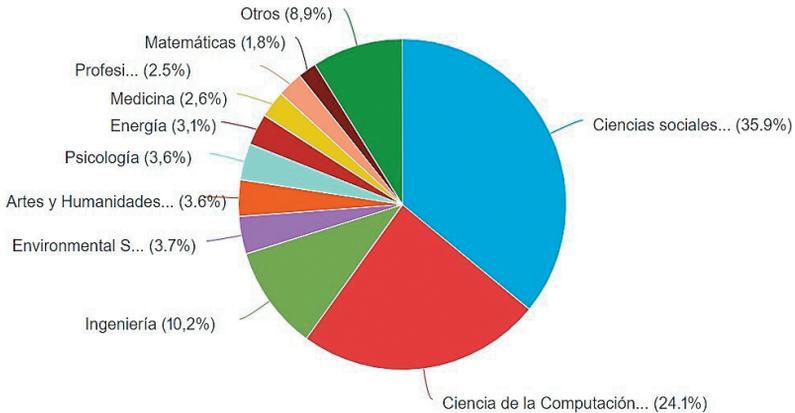


Asimismo, la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla ha generado 17 publicaciones, mientras que la Universidad de Valencia y la Universidad Internacional de la Rioja han realizado 15 publicaciones respectivamente. Por último, tanto la Universidad de Málaga como la Universidad d'Alacant han contribuido con 13 publicaciones cada una de forma individual. En lo que respecta a la frecuencia y distribución de las publicaciones a lo largo del tiempo, tendencias, patrones y áreas específicas de la RA, surgieron los siguientes hallazgos: en el parámetro del tipo de publicaciones, Scopus selecciona los diez tipos con mayor cantidad de registros de producción científica, detallados en la figura 9.

En cuanto al tipo de documentos publicados, la categoría más predominante es la de “artículos”, con un total de 334 publicaciones. Le sigue en orden “documentos de conferencias”, con 71 publicaciones, “revisiones” con 27 publicaciones, “capítulos de libros” con 15 publicaciones, “libros” con cuatro publicaciones, “notas” con cuatro publicaciones, “cartas” con tres publicaciones y “editoriales” con una publicación.

**Figura 9***Tipo de publicaciones, periodo 2019-2024***Documentos por tipo**

En el parámetro de las publicaciones según la temática, la data Scopus selecciona las siguientes áreas académicas detalladas en la figura 10.

**Figura 10***Publicaciones por temática*

Si bien es cierto que el análisis está enfocado en analizar las variables RA su naturaleza es transversal. Por esta razón en la educación superior existen diversas disciplinas que han considerado realizar un análisis científico acerca de este tema.

En esta perspectiva, el análisis revela la distribución de publicaciones en diversos campos de estudio como:

- Ciencias Sociales (313)
- Ciencias de la Computación (210)
- Ingeniería (89)
- Ciencias Ambientales (313)
- Artes y Humanidades (31)
- Psicología (31)
- Energía (27)
- Medicina (23)
- Profesiones de la Salud (22)
- Matemáticas (16)
- Negocios, Administración y Contabilidad (15)
- Ciencias de la Decisión (11)
- Ingeniería Química (87)
- Economía, Econometría y Finanzas (7)
- Multidisciplinario (6)
- Ciencias Agrícolas y Biológicas (5)
- Química (5)
- Ciencias de la Tierra y Planetarias (5)
- Ciencia de Materiales (5)
- Enfermería (4)
- Física y Astronomía (5)
- Neurociencia (5)
- Bioquímica, Genética y Biología Molecular (1)
- Odontología (1)

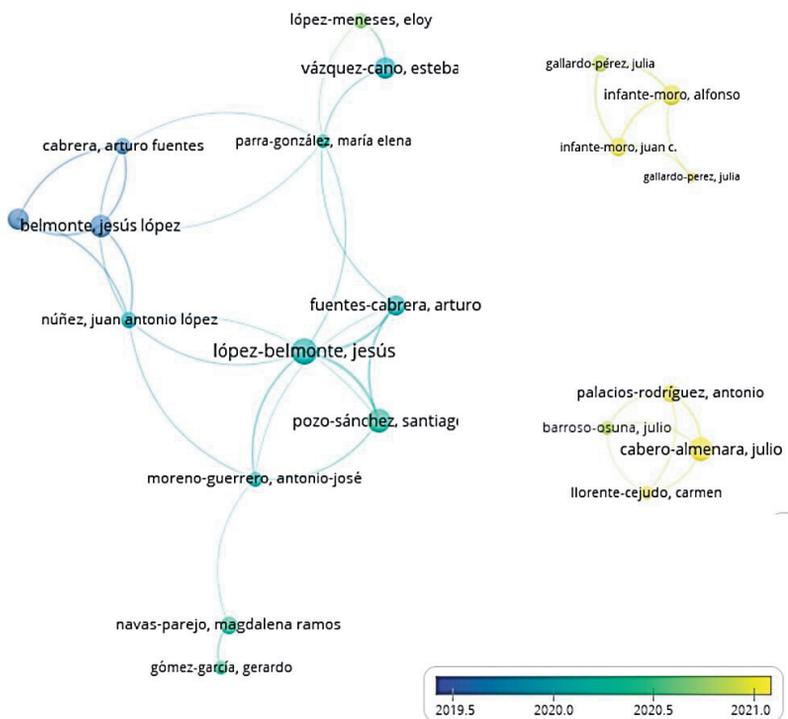
Estos hallazgos ofrecen información sobre la distribución de publicaciones en diferentes campos de estudio. Es importante tener en cuenta que el número de publicaciones puede variar según la

disponibilidad de datos y las fuentes específicas consideradas para el análisis. En las siguientes figuras se evidencia los indicadores bibliométricos con el uso del software VOSviewer, a partir de las variables RA y educación superior, autores y coautores. Posteriormente se analizan las palabras clave de los autores y las palabras clave del documento.

En el parámetro de la Red de autores-coautores que refiere al número de publicaciones, el software VOSviewer arroja los siguientes resultados que se observan en la figura 11.

**Figura 11**

*Red de autores y coautores, periodo 2019-2024*

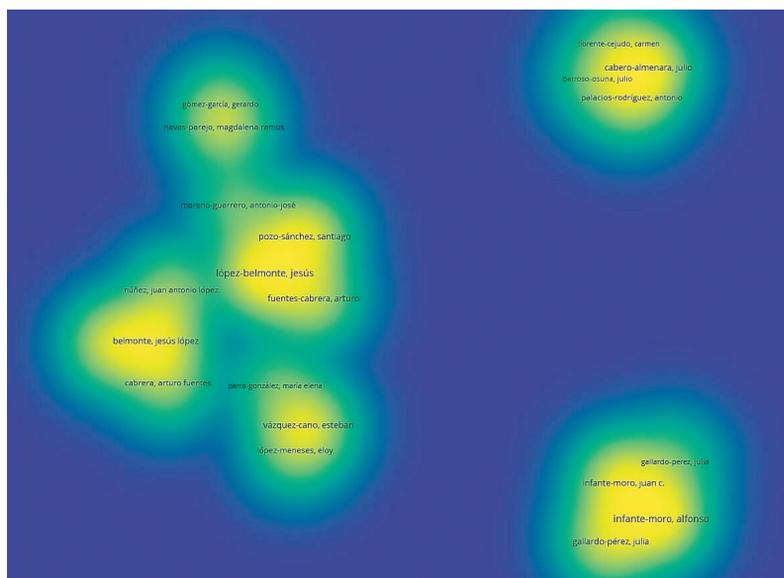


Para VOSviewer, el criterio del número máximo de investigadores seleccionados para este análisis fue de 25 autores por cada documento. Del grupo de autores en 2019 y hasta mediados de 2020 se resalta la presencia de López-Belmonte, Jesús; mientras a finales de 2020 aparecen Navas-Pareja, Magdalena Ramos y Gómez-García, Gerardo. Finalmente, en 2021 destaca la presencia de Cabero-Almenara, Julio; y Palacios-Rodríguez, Antonio, entre otros.

En el parámetro de la Densidad de Red de autores-coautores, que refiere al número de publicaciones, el software VOSviewer genera la siguiente información en la figura 12.

**Figura 12**

*Visualización de la densidad de la Red de autores y coautores, periodo 2019-2024*



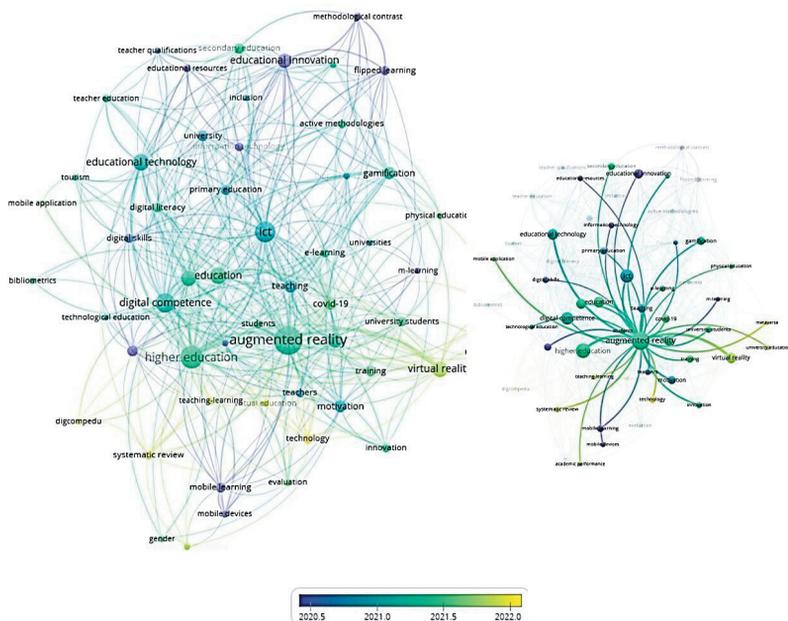
La conclusión principal es que los autores y coautores destacados se dividen en tres grupos, según su densidad en la red de colaboración. En el primer grupo se destacan López Belmonte, Jesús; Vázquez Cano, Esteban; y Pozo Sánchez, Santiago, junto con otros

cuatro grupos más pequeños. En el segundo grupo destacan Infante Moro, Alfonso e Infante Moro, Juan, con la presencia menos prominente de Gallardo Pérez, Julia. Finalmente, en el tercer grupo, destaca la presencia de Cabero Almenara, Julio, y se encuentran con menor densidad los autores Palacios Rodríguez, Antonio; Barroso Osuna, Julio; y Llorente Cejudo, Carmen.

En el parámetro de las palabras clave según autores y coautores, se presentan los resultados en la figura 13.

**Figura 13**

*Palabras clave según autores-coautores, periodo 2019-2024*



Entonces, en el periodo 2019-2024, la relación entre las variables educación superior y RA que fueron analizados, dieron los siguientes hallazgos. En 2020, se podría decir que la RA no fue mencionada explícitamente en la investigación.

En cambio, los investigadores enfocaron su análisis en otras palabras clave o variables. Se evidencia las variables innovación educativa (*educational innovation*), la tecnología de la información (*information technology*), la información y comunicación (*information and communication*), el aprendizaje móvil (*mobile learning*) y las habilidades digitales (*digital skills*). Estas variables, aparentemente están posicionadas en la periferia de la figura, no porque sean menos importantes, sino porque fueron escritas como palabras clave, pero tienen una relación importante en el análisis de la RA.

En la primera mitad de 2021, los investigadores mencionan concretamente como palabra clave las variables analizadas. Por otro lado, se relacionan estrechamente con otras palabras clave como competencia (*competence*), formación docente (*teacher training*), educación (*education*), estudiantes (*students*), aprendizaje (*learning*), tecnología educativa (*education technology*) entre otras variables.

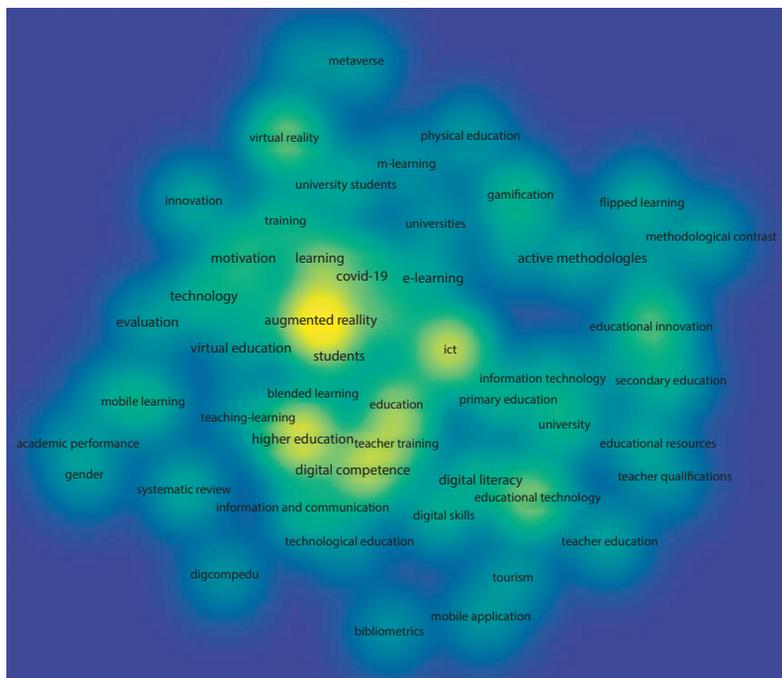
A medida que avanzamos hacia 2022, el análisis de la RA se está expandiendo para incluir temas como la RV, la tecnología, las metodologías de enseñanza-aprendizaje, la revisión sistemática y la educación virtual.

En lo que respecta a la densidad de palabras clave, que refiere a los patrones, características de términos utilizados en las investigaciones, la aplicación software VOSviewer genera la siguiente información que se describe en la figura 14.

La cohesión de las palabras clave se indica mediante un tono amarillo vibrante, mientras que las palabras circundantes aparecen en un tono ligeramente más verde amarillento. Esta disposición indica que la RA es el punto central del análisis, seguida de la educación superior. Junto a estos puntos centrales se encuentran la competencia digital, la formación del profesorado y la educación. Más lejos, en el segundo nivel, hay palabras amarillas menos densas, con menciones notables como tecnología educativa, motivación educativa y RV. Por último, en la periferia, se sitúan otras variables de menor importancia en la disección de este tema.

**Figura 14**

Visualización de la densidad de palabras clave según autores-coautores, periodo 2019-2024



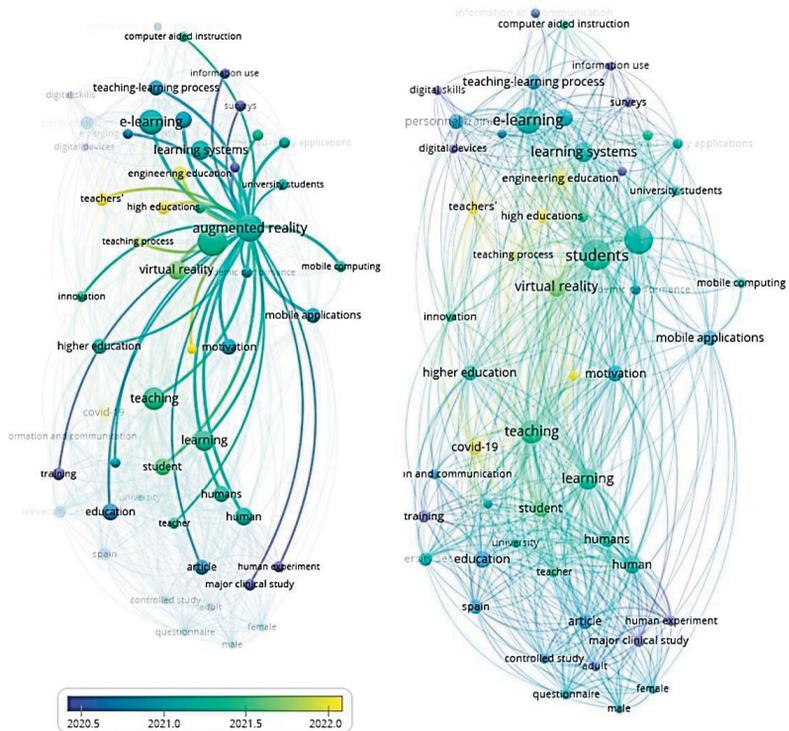
En el parámetro de las palabras clave según autores, que refiere las palabras mayormente utilizadas por los investigadores y que hacen relación con la RA, el software VOSviewer genera la siguiente información en la figura 15.

Los documentos analizados revelan que las palabras clave predominantemente encontradas son RV, tecnología, aprendizaje, sistemas de aprendizaje, aplicaciones móviles, estudiantes universitarios, educación superior, motivación, entre otros. Estos términos son particularmente destacados en los documentos de 2021 y 2022. Esta relación se da, ya que la tecnología permite mejorar la enseñanza, en la interacción entre docentes y estudiantes. En consecuencia, esto se

traduce en la implementación de innovaciones educativas. Por otro lado, la RV también está anclado a la tecnología, sobre todo en este contexto es importante en los procesos de investigación.

**Figura 15**

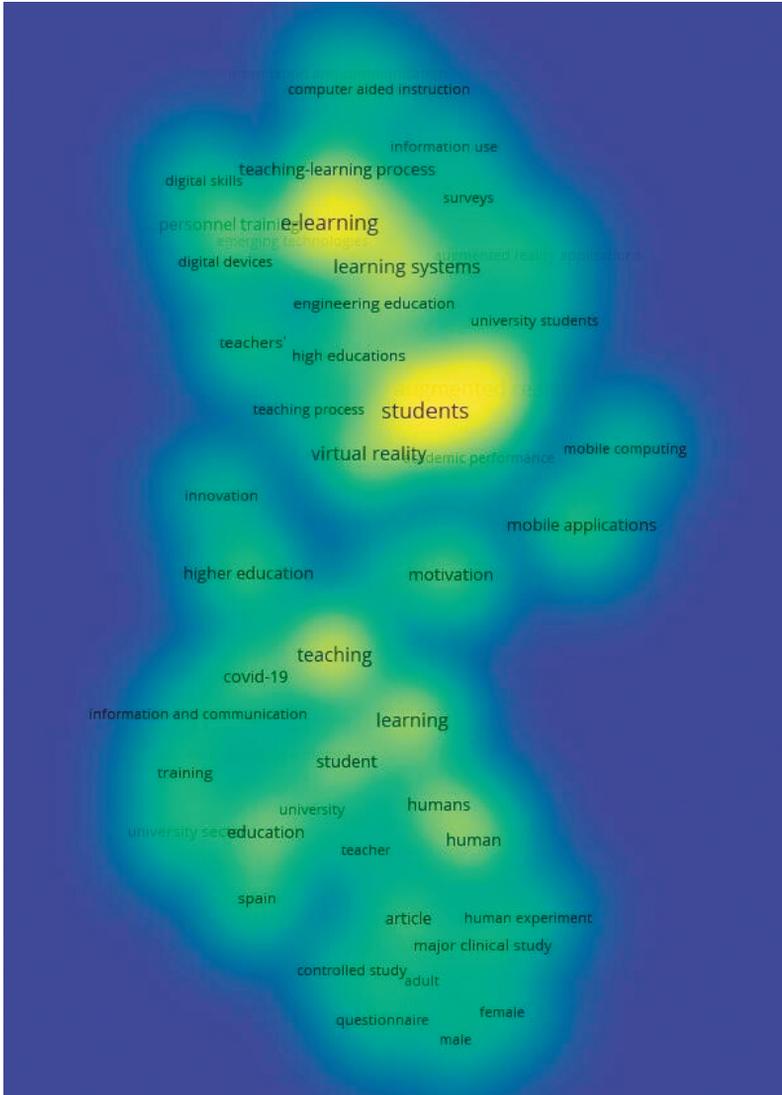
*Palabras clave según documento, periodo 2019-2024*



La densidad de Red de las palabras clave según las investigaciones científicas, analizadas en VOSviewer presenta la siguiente información en la figura 16.

**Figura 16**

Visualización de la densidad de las palabras clave según documento, periodo 2019-2024



Según los documentos científicos analizados en este apartado, para VOSviewer las palabras clave se dividen en dos sectores. En el primer sector, términos como “estudiantes” y “aprendizaje en línea” están densamente agrupados. Esto podría atribuirse al hecho de que la investigación filtrada se centra principalmente en analizar las interacciones con los estudiantes, los métodos de enseñanza, la RV y los sistemas educativos. Periféricamente a este grupo se encuentran variables adicionales como estudiantes universitarios, procesos de enseñanza, docentes, educación superior y dispositivos móviles. En el segundo sector, la enseñanza emerge como la palabra clave dominante. Le siguen otras variables con menor densidad, como aprendizaje, estudiantes, educación, humanos, artículos y formación. Esto indica que, el análisis de la RA es multidisciplinaria, por ende, sugiere un enfoque amplio y multidimensional hacia la mejora de la educación, que abarca tanto la interacción con los estudiantes como las prácticas de enseñanza.

## **Conclusiones**

Se identificaron 459 documentos científicos sobre RA, con las principales fuentes siendo Sostenibilidad Suiza, Risti Revista Ibérica de Sistema y Tecnología de Información, Pixel bit Revista de medios y educación, Edutec, y la Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud. Los diez autores más prolíficos incluyen López-Belmonte, Infante-Moro, Pozo-Sánchez, entre otros.

España lidera en contribuciones con 295 documentos, seguido por Ecuador, Perú y Colombia. Las universidades más destacadas incluyen la Universidad de Granada, Universidad de Sevilla, entre otras.

Los indicadores de producción científica abarcan varias áreas como Ciencias Sociales, Ciencias de la Computación, Ingeniería, Medicina, entre otras.

En cuanto a los autores relevantes, López-Belmonte destaca en 2019-2020, seguido por Navas-Pareja y Gómez-García en 2020, y Cabero-Almenara, Palacios-Rodríguez en 2021.

Las palabras clave varían según los años: en 2020 se enfocan en innovación educativa, tecnología de la información, entre otras; en 2021 se centran en competencia, formación docente, tecnología educativa; en 2022 destacan virtualidad, metodologías de enseñanza-aprendizaje, educación virtual. Las palabras clave en los documentos científicos incluyen RV, tecnología, aprendizaje, aplicaciones móviles, entre otros, especialmente en 2021 y 2011, con lo que el auge se mantiene y el uso de la RA en la educación superior está vigente, se espera que siga en crecimiento con el impulso de la inteligencia artificial.

## Agradecimientos

A la Universidad Politécnica Salesiana en especial al grupo de innovación educativa GIE IDI por permitirnos participar en el desarrollo de este artículo dentro del proyecto “MEMOTECH”.

## Referencias bibliográficas

- Altomari, A. G. P. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. *Economía creativa*, (7), 34-65. <https://bit.ly/3Wbr15F>
- Arias González, J. L. y Covinos Gallardo, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 1, 66-78. <https://bit.ly/3Lx1Fdw>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E. y López-Meneses, E. (2018). Uso de la Realidad Aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formación universitaria*, 11(1), 25-34. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025>
- Campos Soto, M. N., Ramos Navas-Parejo, M. y Moreno Guerrero, A. J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *Alteridad*, 15(1), 47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.04>

- Condori-Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra*. <https://bit.ly/3WedcTU>
- Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C. y Marín Marín, J. A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
- Kundakcı, Y. E. y Atay, E. (2023). Análisis bibliométrico y visualizado de la investigación global sobre tecnología en la enseñanza de la anatomía desde 1987 hasta 2021. *Eur J Anat*, 27(4), 517-528. <https://bit.ly/4d2WPjS>
- Lorenzo Lledó, G. y Scagliarini Galiano, C. (2018). Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación. *Revista General de Información y Documentación*, 28(1), 45-60. <https://doi.org/10.5209/RGID.60805>
- Responsabilidad Social Universitaria: una revisión sistemática y análisis bibliométrico. (2019). *Estudios Gerenciales*, 35(153), 451-464. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3389>
- Rigueros, C. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *TIA*, 5(2), 257-261. <https://bit.ly/46g5n54>
- Rodríguez Aya, Á. y Polanco, R. y López, L. (2022). *Educación y realidad aumentada: Un análisis bibliométrico e identificación de tendencias*. <https://doi.org/10.53485/ret.v1i3.270>
- Rodríguez, M. (2022). *Desarrollo de una aplicación móvil de exploración basada en realidad aumentada para promoción de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca*. <https://bit.ly/3WtnNfj>
- Salas, G., Ponce, F. P., Méndez-Bustos, P., Vega-Arce, M., Pérez, M. D. L. A., López- López, W. y Cárcamo-Vásquez, H. (2017). 25 años de Psykhe: un análisis bibliométrico. *Psykhe (Santiago)*, 26(1), 1-17. <http://dx.doi.org/10.7764/psykhe.26.1.1205>
- SENESCYT. (2022). Indicadores de la Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación. <https://bit.ly/3WeAGIG>
- Silva-Díaz, F., Vázquez-Vílchez, M. y Carrillo-Rosúa, J. (2019). *Estudio bibliométrico sobre la producción científica en Realidad Virtual Inmersiva, Aumentada y Mixta asociada a un enfoque STEAM de enseñanza*. <https://bit.ly/4cNvPW7>
- Tomás-Górriz V. y Tomás-Casterá V. (2018). La Bibliometría en la evaluación de la actividad científica. *Hosp Domic.*, 2(4), 145-63. <https://bit.ly/3WsW6D7>

CAPÍTULO IV

# Implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje de la asignatura Arquitectura del computador

---

Kevin Luna Fuentes  
Universidad Politécnica Salesiana  
klunaf@est.ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0009-2548-392X>

Bertha Naranjo Sánchez  
Universidad Politécnica Salesiana  
bnaranjo@ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

## Introducción

Arquitectura del computador es una asignatura fundamental en los estudios de ingeniería informática. Esta asignatura se encarga de estudiar el diseño e implementación de los componentes internos de las computadoras.

La realidad aumentada (RA) es una tecnología en desarrollo y un poderoso recurso para mejorar el proceso de enseñanza en arquitectura del computador. La realidad aumentada permite fusionar información digital con nuestro entorno real, lo cual resulta muy beneficioso para que los estudiantes puedan visualizar conceptos e ideas abstractas relacionadas con la arquitectura de computadoras.

**Figura 1***Taxonomía de la realidad mixta*

El término “realidad aumentada” es una tecnología que permite al usuario agregar datos digitales o virtuales conectados a objetos del mundo real. Como se muestra en la figura 1, la realidad mixta se desarrolla al interactuar tanto con entornos virtuales como reales.

## Revisión de literatura

En la actualidad, aprender haciendo y adquirir conocimientos partiendo de la experiencia son rasgos a resaltar en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Correa y Naranjo, 2021); en tal contexto, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se convierten en una herramienta valiosa que potencia este proceso, que facilita de una u otra manera la implementación de experiencias de aprendizaje que se hacían más difíciles sin su presencia (López, 2018). Por otro lado, la realidad aumentada, según (Ortiz, 2012) ofrece características prácticas e innovadoras en la forma de ver y utilizar las imágenes, pues “refuerza el aprendizaje e incrementa la motivación por aprender” (Ruiz *et al.*, 2018).

Antes de analizar los recursos didácticos sobre la realidad aumentada (RA), es fundamental comprender qué es la realidad au-

mentada y como se puede utilizar en la educación superior (Aguilar *et al.*, 2022) para la enseñanza y el aprendizaje de la RA. Según el análisis, se pueden encontrar diferentes conceptos y definiciones que describen lo que se conoce como realidad aumentada (RA). La investigación de Akçayır y Akçayır (2017) citando a Azuma *et al.* (2001) define a la realidad aumentada “como tecnología que superpone objetos virtuales (componentes aumentados) en el mundo real. Estos objetos virtuales parecen coexistir en el mismo espacio que los objetos del mundo real” (Caballero *et al.*, 2022).

## **Realidad aumentada**

La tecnología conocida como realidad aumentada mejora nuestra percepción del mundo al agregar contenido digital a nuestro mundo real. Esta tecnología permite que los usuarios vean el mundo real en forma de modelos 3D, imágenes, audio, video y texto. Estos “aumentos” de la realidad pueden ayudar a mejorar el conocimiento del individuo y permitirle un mayor grado de comprensión de lo que sucede a su alrededor (Baño *et al.*, 2019).

Un objeto de aprendizaje, según Rosanigo y Bramati (2010) es un conjunto de recursos, auto contenibles, diseñados y creados en pequeñas unidades digitales, con un propósito educativo para maximizar el número de situaciones en las que se puede utilizar. Esta definición coincide con la de los autores Valencia y Jiménez, que definen un objeto de aprendizaje como un conjunto de recursos digitales que pueden ser utilizados en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos cuatro componentes internos, los contenidos, las actividades de aprendizaje, los elementos de contextualización y las actividades de evaluación (Muñoz *et al.*, 2020).

Por lo tanto, en el aprendizaje individual, se conforman una serie de cualidades básicas: a) Audiencia: a quién se dirige el trabajo que está en proceso de desarrollo, b) Comportamiento deseado: a las acciones que se espera que el estudiante realice para avanzar en su actividad y logre progresar en su aprendizaje, c) Condición: a las

situaciones en qué el estudiante o individuo alcanzará su objetivo y d) Grado: a qué tan bien el estudiante o individuo llevará a cabo su objetivo. Por ello, en el ámbito educativo, en los últimos años se han creado múltiples herramientas pedagógicas y didácticas que aplican directamente tecnologías emergentes, como la realidad aumentada (RA), para facilitar el aprendizaje y mejorar el acceso al desarrollo de actividades en cada tópico trabajado (Muñoz et al., 2020), como en el caso de la asignatura de Dibujo Técnico (Alvarado *et al.*, 2019).

Según Barfield y Caudell (2001), la RA es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, que se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad aumentada en tiempo real. Consiste en un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a la información física ya existente. Esta es la principal diferencia con la realidad virtual, puesto que no sustituye la realidad física, sino que sobreimprime los datos informáticos al mundo real (Muñoz *et al.*, 2020).

En otra investigación realizada en España, según Pérez-Sanagustín *et al.* (2014), se muestra que los teléfonos inteligentes combinados con las tecnologías de realidad aumentada y las herramientas educativas como los Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS), permiten incrementar los entornos informales y no formales para aumentar la continuidad natural entre el aprendizaje en todos los entornos. Esa investigación contribuyó a proporcionar información sobre el diseño (perspectiva tecnológica) y la aplicación (perspectiva educativa) de las tecnologías de realidad aumentada en entornos informales y no formales con fines de aprendizaje formal (Díaz *et al.*, 2020).

Según el análisis, se puede concluir que las técnicas de RA tienen un gran potencial para su uso en la educación, mejoran el rendimiento académico y fomentan un mayor compromiso y motivación de los estudiantes. En este mismo análisis, se detectó que las técnicas de RA basadas en el reconocimiento de imágenes son más utilizadas que las basadas en ubicación, y que el aula es el entorno más utilizado para su aplicación (Banchoff *et al.*, 2020).

En cuanto a su aplicación en la enseñanza y capacitación, es importante destacar el impacto que estas tecnologías han tenido en los últimos años, como se puede ver en el aumento de publicaciones e investigaciones (Berrios, 2020). Además, se realizan varios metaanálisis de investigación para determinar sus potenciales. Estos metaanálisis han destacado varios temas, como los siguientes:

- Estas tecnologías se han utilizado principalmente en campos como medicina, ciencias sociales, neurociencia, ingeniería y psicología.
- Los estudiantes se sienten más motivados al utilizarlas.
- Recientemente, ha habido un aumento significativo en la cantidad de investigaciones realizadas.
- Se las considera tecnologías que tendrán un gran impacto en el desarrollo de la educación.
- Su capacidad para ayudar a los estudiantes a aprender ha sido destacada por investigaciones.
- Son herramientas que fomentan la innovación en la educación (Cabero, 2022).

Cuando los estudiantes se involucran en actividades interactivas utilizando recursos de aprendizaje en RA, se sienten más motivados para participar en la experiencia de aprendizaje, junto con los temas discutidos. Ello es explicado por diferentes motivos: la posibilidad que ofrecen para representar los contenidos de diversas formas; el enriquecer los libros y apuntes con documentos audiovisuales y multimedia; el concretar la información; y el que permite que los estudiantes interactúen con los objetos (Cabero *et al.*, 2022).

Estudios e investigaciones sobre el uso de la realidad aumentada como una metodología activa en el proceso de enseñanza y aprendizaje se centran en sus características intrínsecas, basándose en:

- Objetos representados en tres dimensiones.
- Objetos virtuales que, a través de un dispositivo de visualización, se incorporan artificialmente al entorno real.
- Interactuar con el observador.

### *Las principales variaciones de la realidad aumentada*

- La relación entre la realidad y la virtualidad.
- El componente de visualización.
  - ☒ La clasificación de las interacciones.
  - ☒ Con Navegador.
  - ☒ Con Software manejado por el usuario.
  - ☒ Con interfaces tangibles (Maquilón Sánchez *et al.*, 2017).

### *Modelos de realidad aumentada*

**Basado en los marcadores:** en el mundo de la realidad aumentada, los marcadores son la principal forma de activar la información y pueden clasificarse en:

- Códigos QR: son códigos de barras bidimensional en blanco y negro que pueden contener información como URL, texto, correo electrónico, mensaje de texto, redes sociales, PDF, imágenes, teléfonos, wifi y geolocalización. Algunas aplicaciones incluso permiten incluir una imagen o logotipo en el mismo código.
- Markerless NFT: son objetos o imágenes reales lo que activan la realidad aumentada.
- Marcadores: los cuadrados con formas geométricas en blanco y negro son los más comunes. Además, pueden incluir siglas o imágenes sencillas.

Estos resultados se han demostrado en estudios e investigaciones empíricas que han evaluado la efectividad de la realidad aumentada (RA) en la enseñanza y el aprendizaje en diversas asignaturas, incluyendo arquitectura de computadoras.

### *Mejora de la comprensión*

Los estudiantes pueden comprender mejor los conceptos complejos de arquitectura de computadoras al experimentarlos de forma

interactiva y envolvente. Por ejemplo, un estudiante puede utilizar la realidad aumentada para ver cómo funciona un sistema operativo.

### *Mayor motivación*

La RA puede hacer que el aprendizaje de arquitectura de computadoras sea más atractivo y motivador. Por ejemplo, un estudiante puede utilizar la realidad aumentada para participar en un juego educativo sobre arquitectura de computadoras o para crear su propio modelo de computadora.

### *Aumento de la participación*

La RA puede brindar a los estudiantes universitarios la oportunidad de involucrarse en el proceso de aprendizaje (Laurens, 2020). Por ejemplo, un estudiante puede utilizar la realidad aumentada para colaborar con otros estudiantes en un proyecto de diseño de computadoras.

En concreto, en un estudio realizado se encontró que los estudiantes universitarios que utilizaron la realidad aumentada para aprender arquitectura de computadoras, obtuvieron mejores resultados en un examen que los estudiantes que no utilizaron la realidad aumentada (Dorta, 2021).

### *Mejora el aprendizaje de arquitectura de computadoras*

Estos son algunos ejemplos:

- **Visualización:** la realidad aumentada puede utilizarse para visualizar conceptos complejos de arquitectura de computadoras de forma interactiva y envolvente. Por ejemplo, un estudiante puede utilizar la realidad aumentada para ver cómo se mueven los datos a través de un procesador.

- Simulaciones: la realidad aumentada puede utilizarse para crear simulaciones de sistemas informáticos. Estas simulaciones pueden ayudar a los estudiantes a comprender cómo funcionan los sistemas informáticos en situaciones reales.
- Juegos educativos: la realidad aumentada puede ser usada para desarrollar juegos educativos que enseñen sobre arquitectura de computadoras. Los estudiantes pueden aprender sobre la arquitectura de computadoras de manera divertida y atractiva participando en estos juegos.

Estos ejemplos muestran que la arquitectura de computadoras puede usarse para generar conocimientos innovadores en el aprendizaje y efectivos para los estudiantes.

La realidad aumentada puede usarse para:

- Visualizar componentes internos de computadoras.
- Simular el funcionamiento de computadoras.
- Crear juegos y aplicaciones educativas sobre arquitectura de computadoras.

## **Recomendaciones**

Para que la implementación de realidad aumentada sea exitosa, se debe considerar lo siguiente:

- Comenzar con objetivos de aprendizaje pequeños: Es mejor empezar con objetivos de aprendizaje pequeños y luego ir aumentando la complejidad a medida que los estudiantes se familiarizan con la RA.
- Utilizar la RA de manera complementaria: Debe utilizarse como un complemento a las técnicas de enseñanza tradicionales, no como un sustituto.
- Proporcionar retroalimentación: El profesor debe proporcionar retroalimentación a los estudiantes sobre su uso de la RA.

## Metodología

La investigación tiene un enfoque bibliográfico, documental y descriptivo respecto a la implementación y, cuasi experimental en la evaluación del conocimiento, luego de implementada la realidad aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura arquitectura de computadoras.

La realidad aumentada para que sea efectiva en el aprendizaje de arquitectura de computadoras, debe planificarse e implementarse adecuadamente. Las etapas utilizadas en el diseño y la implementación de RA en esta asignatura fueron:

### *Paso 1: Planificación*

Esto implica establecer objetivos de aprendizaje y seleccionar la tecnología de realidad aumentada más apropiada y elegir el contenido de realidad aumentada de manera cuidadosa y deliberada.

- Objetivos de aprendizaje: deben ser evidentes, cuantificables, realistas, pertinentes y dentro de un plazo determinado. Los objetivos de aprendizaje deben centrarse en los conceptos e ideas abstractas que se pueden visualizar con la RA.
- Tecnología de realidad aumentada: existen diferentes tecnologías de RA disponibles. La selección de la tecnología adecuada dependerá de los objetivos de aprendizaje, el presupuesto disponible y las habilidades de los estudiantes.
- Contenido de realidad aumentada: el contenido de realidad aumentada debe ser tanto relevante para los objetivos de aprendizaje como atractivo para los estudiantes. Animaciones, simulaciones, juegos y aplicaciones educativas son ejemplos de contenido de realidad aumentada.

### *Paso 2: Diseño*

Este paso incluye la creación de guiones, el desarrollo de modelos 3D y la creación de animaciones.

- Guiones: los guiones describen la narrativa del contenido de realidad aumentada. Los guiones deben ser claros y concisos.
- Modelos 3D: los modelos 3D representan los objetos y las personas que se visualizarán con la RA. Los modelos 3D deben ser realistas y detallados.
- Animaciones: las animaciones muestran cómo las personas y los objetos cambian y se mueven. Las animaciones deben ser atractivas y fluidas.

### *Paso 3: Implementación*

Esto incluye la instalación de la tecnología, la distribución del contenido a los estudiantes y la instrucción sobre cómo utilizar la RA.

- Instalación: la tecnología de RA debe instalarse en los dispositivos que los estudiantes van a utilizar.
- Distribución del contenido: el contenido de RA debe distribuirse a los estudiantes de una manera que sea fácil y conveniente.
- Capacitación de los estudiantes: los estudiantes deben ser capacitados en el uso de la RA. La capacitación debe cubrir los conceptos básicos de la RA y cómo usar la tecnología para acceder al contenido de RA.

### *Paso 4: Evaluación*

El cuarto paso es evaluar cómo la RA afecta el aprendizaje de los estudiantes. Esto implica recopilar información sobre cómo les va a los estudiantes, que piensan sobre el uso de la realidad aumentada y si les resulta útil.

- Desempeño de los estudiantes: las pruebas, los cuestionarios y encuestas se pueden usar para obtener datos sobre cómo los estudiantes están utilizando la RA y cómo se están desempeñando.
- Experiencia de los estudiantes: los datos sobre la experiencia de los estudiantes pueden recopilarse mediante encuestas y entrevistas.
- Aceptación por parte de los estudiantes: los datos sobre la disposición de los estudiantes a utilizar la RA pueden recopilarse mediante encuestas y entrevistas.

Este artículo describe cómo se implementó el uso de la realidad aumentada en el aprendizaje de arquitectura de computadoras de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. Se llevaron a cabo encuestas antes y después de la implementación de la RA así como una evaluación pretest y post test para evaluar el impacto de la RA en el aprendizaje a una muestra de 40 estudiantes del periodo 63 de la Carrera Ingeniería en Computación en un paralelo de la asignatura arquitectura de Computadoras.

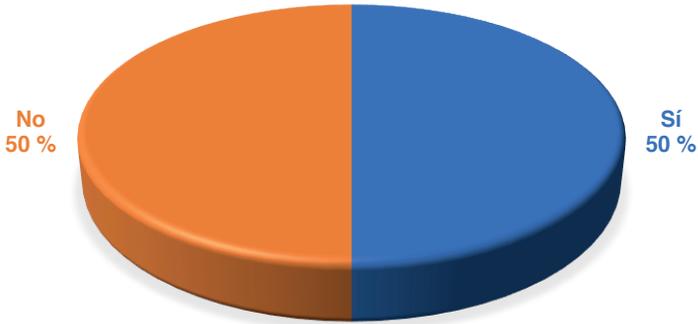
## Resultados

A continuación, mediante gráficos, se presentan los resultados obtenidos de la implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje de arquitectura de computadoras.

En la figura 2 se presentan los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de la asignatura Arquitectura de computadoras. Se observa que, de los 36 estudiantes encuestados, la mitad indicó no tener conocimiento previo con el uso de la realidad aumentada, mientras que el 50% restante indicó tener conocimiento previo con el uso de la realidad aumentada.

### Figura 2

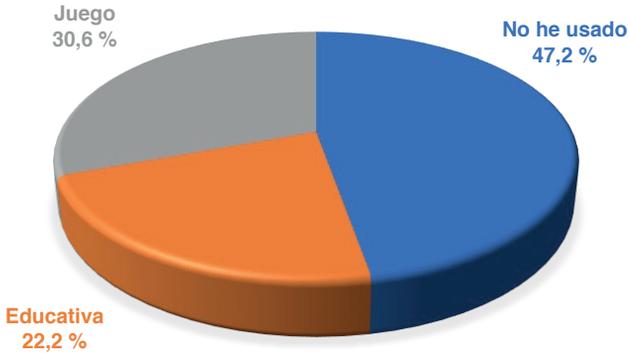
*Estudiantes que indican tener conocimiento previo de RA*



En la figura 3 se muestran los diferentes tipos de experiencias de realidad aumentada que los estudiantes han tenido. El 30,6 % ha tenido experiencia únicamente con juegos, el 22,2 % con aplicaciones educativas, y el 47,2 % no ha tenido experiencia con ningún tipo de realidad aumentada.

**Figura 3**

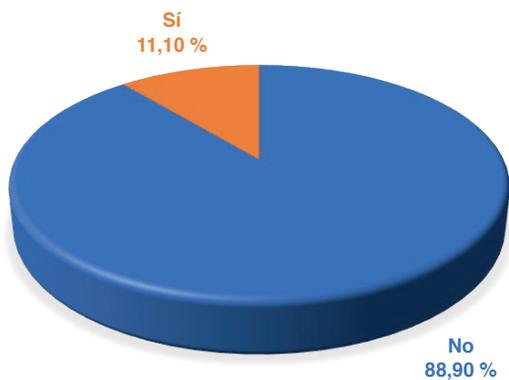
*Porcentaje de tipo de experiencia con RA*



Se muestran los resultados de los estudiantes con respecto al uso de la RA en alguna asignatura. En la figura 4 se observa que el 88,90 % no ha usado la RA en alguna asignatura mientras que el 11,10 % sí.

**Figura 4**

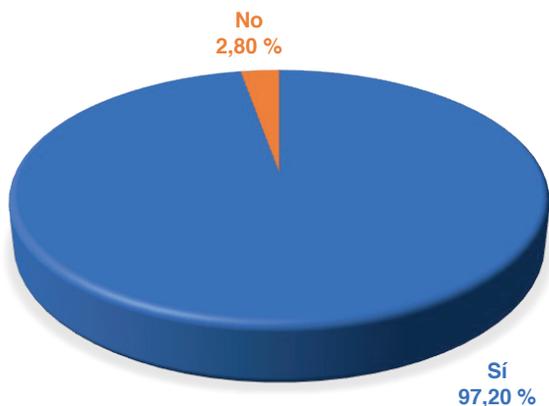
*Estudiantes que han usado la RA en alguna asignatura*



De acuerdo con los resultados que se ilustran en la figura 5, el porcentaje de estudiantes que desea implementar la RA en el aprendizaje es el 97,20 %.

**Figura 5**

*Estudiantes que le gustaría usar la RA en alguna asignatura*

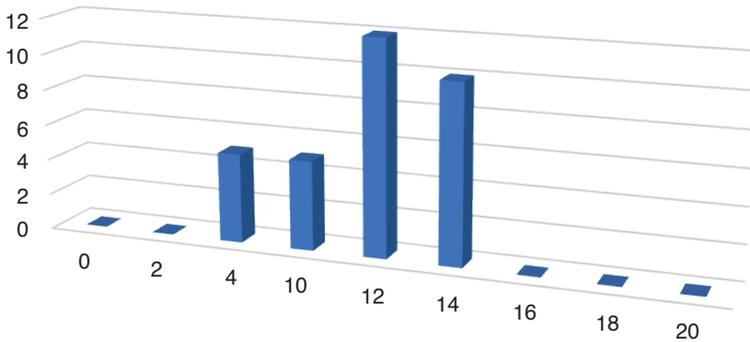


En la figura 6 se muestran los resultados de la evaluación inicial de conocimientos que se llevó a cabo con los estudiantes de la asignatura Arquitectura de computadoras, antes del uso de la apli-

cación de realidad aumentada para el aprendizaje del ensamblaje de computador.

**Figura 6**

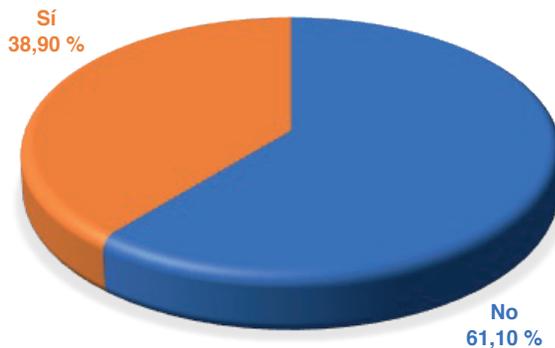
*Resultado del pretest que se realizó a los estudiantes*



Según los resultados de la figura 7, se identificó que el 61,10 % no han ensamblado un computador mientras que el 38,90 % indican que sí han ensamblado un computador.

**Figura 7**

*Estudiantes que han ensamblado un computador*

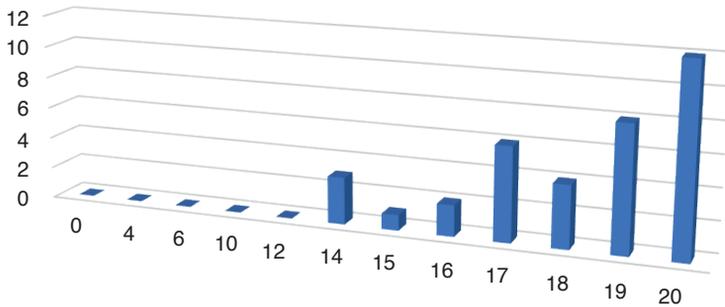


Finalmente, en la figura 8, se muestran los resultados de la evaluación posterior a la interacción con la aplicación de la RA en la asignatura Arquitectura de computadoras. Como se observa hay una

mejora significativa en el aprendizaje y una calificación promedio más alta con la prueba anterior.

**Figura 8**

*Resultado de la evaluación post test que se realizó a los estudiantes*



En la figura 9 se identifica que el 97 % de los estudiantes se animarían a ensamblar un PC después de usar la aplicación de realidad aumentada en la asignatura Arquitectura del computador. Por otro lado, el 3 % indicó que no se animaría.

**Figura 9**

*Estudiantes que se animarían a ensamblar un PC luego del uso de la aplicación de RA*



Además, todos los estudiantes estuvieron de acuerdo con que la información que recibieron fue relevante, completa y muy beneficiosa para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

## **Discusión**

Diversos investigadores (Muñoz *et al.*, 2020; Aguilar *et al.*, 2022; Caballero *et al.*, 2022; Mazzarri *et al.*, 2023 y Pimentel *et al.*, 2023), han demostrado los enormes beneficios que otorga el aprendizaje del diseño basado en simulación de la RA en la educación. Explican que estas simulaciones están entre las herramientas tecnológicas más efectivas para crear un entorno de aprendizaje que facilita la adquisición de habilidades espaciales complejas. Además, mejoran las capacidades de percepción visual tridimensional en las diferentes fases de su desarrollo, especialmente para estudiantes en los campos profesionales del diseño, la arquitectura y la ingeniería.

En cuanto a las contribuciones pedagógicas reportadas de la RA en los estudios que fueron analizados según (Alarcón *et al.*, 2018; Abásolo *et al.*, 2019; Mayol *et al.*, 2020; Dorta y Barrientos, 2021; Leyva *et al.*, 2022 ; Caballero *et al.*, 2022 ; Pimentel *et al.*, 2023) se pueden mencionar que la tecnología de realidad aumentada facilitó el aprendizaje en colaboración en los entornos de aprendizaje mixtos e híbridos que relacionan la experimentación de objetos digitales y físicos. También fomenta una mayor interacción entre los estudiantes, así como una mejor comunicación e interacción entre estudiantes y maestros.

Según Caballero *et al.* (2022), el aprendizaje visual con la ayuda de la RA permite a los estudiantes a aprender mejor, además mencionan que las características de esta tecnología permiten mejorar el rendimiento de aprendizaje del estudiante en comparación con el método didáctico tradicional, criterios que concuerdan con los resultados obtenidos en este trabajo investigativo.

## Conclusiones

Este artículo describe cómo la realidad aumentada (RA) se ha introducido en el aprendizaje de arquitectura de computadoras, con resultados positivos en general. Este estudio sugiere que los estudiantes pueden comprender mejor los conceptos abstractos de la arquitectura de computadoras con la ayuda de la realidad aumentada.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de la realidad aumentada en el aprendizaje de cualquier asignatura debe ser cuidadosamente planificada y ejecutada para que sea efectiva.

La realidad aumentada tiene el potencial de hacer que el aprendizaje de arquitectura de computadoras sea más efectivo y atractivo para los estudiantes, además de ser útil para mejorar el aprendizaje en otros temas de la asignatura.

Se recomienda que la tecnología de realidad aumentada se utilice con mayor énfasis a medida que avanza en el futuro.

## Agradecimientos

A la Universidad Politécnica Salesiana en especial al grupo de innovación educativa GIE IDI por permitirnos participar en el proyecto “MEMOTECH” y evaluar la implementación de uno de los prototipos desarrollados.

## Referencias bibliográficas

Abásolo, M. J., De Giusti, A., Naiouf, M., Pesado, P., Sanz, C., Barbieri, S., Boza, R., Gavilanes, W., Mitaritonna, A., Prinsich, N. Vincenzi, M. A., Montero, F. y Perales López, F. J. (2019). Aplicaciones de realidad virtual, realidad aumentada e interfaces multimodales. En *XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC*. <https://bit.ly/4eUP2Wq>

- Aguilar Acevedo, F., Flores Cruz, J. A., Hernández Aguilar, C. A. y Pacheco Bautista, D. (2022). Diseño e implementación de un simulador basado en realidad aumentada móvil para la enseñanza de la física en la educación superior. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (80). <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2509>
- Akçayır, M. y Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational research review*, 20, 1-11.
- Alarcón-Acosta, H., Germán-Espinosa, A., Mendoza-Hernández, L. E., Monroy-González, L. A., Pérez-Escalante, G. M. y Sánchez-Aquino, D. J. (2018). Uso de juegos de realidad aumentada, para fomentar el aprendizaje en los alumnos de la materia Informática. *Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria 1*, 1(1). <https://bit.ly/3We9av2>
- Alvarado, Y., Jofré, N., Rosas, M. y Guerrero, R. (2019). *Aplicaciones de Realidad Virtual y Realidad Aumentada como soporte a la enseñanza del Dibujo Técnico*. <https://bit.ly/3YiH7gf>
- Banchoff Tzancoff, C. M., Fava, L. A., Schiavoni, M. A. y Martin, E. S. (2020). Realidad Aumentada y Realidad Virtual: experiencias en diferentes ámbitos de aplicación. En *XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz)*. <https://bit.ly/3zHDwOL>
- Baño Naranjo, F. P., Viscaino Naranjo, F. A., Lozada Torres, E. F. y Hurtado Masaquiza, E. M. (2019). Realidad aumentada como soporte al mantenimiento de PCs en el departamento de telemática de UNIANDES. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v3i1i.1213>
- Barfield, W. y Caudell, T. (2001). *Fundamentos de Informática usable y Realidad Aumentada*. Lawrence Erlbaum.
- Berrios Zepeda, R. (2020). Realidad aumentada: uso estratégico en comercialización y educación. *Redmarka. Revista de Marketing Aplicado*, 24(2), 217-237. <https://doi.org/10.17979/redma.2020.24.2.7120>
- Caballero Garriazo, J. A., Lázaro Aguirre, A. F. y Rojas Huacanca, J. R. (2022). Aplicación del modelo didáctico 3D realidad aumentada en el aprendizaje colaborativo. *Revisión sistemática. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6(22), 276-290. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i22.335>
- Cabero-Almenara, J., Valencia-Ortiz, R. y Llorente-Cejudo, C. (2022). Eco-sistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y

- mixta. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (23), 7-22. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.1148>
- Correa Lemus, F. A. y Naranjo Sánchez, B. A. (2021). Experiencias de la cultura maker en la asignatura arquitectura de computadoras. *Revista Boletín Redipe*, 10(4), 335-346. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i4.1275>
- Díaz, E. J., Franco, D. A. y Martelo, R. J. (2020). Aplicación móvil para apoyar el aprendizaje de estructuras de datos dinámicas utilizando realidad aumentada. *Revista Espacios*, 41(48). <https://bit.ly/4bOROe0>
- Dorta Pina, D. y Barrientos Núñez, I. (2021). La realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza superior. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15(4, Supl. 1), 146-164. <https://bit.ly/3y4rr50>
- Laurens Arredondo, L. A., (2020). Realidad Aumentada Móvil: Una estrategia pedagógica en el ámbito universitario. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia*, 43(3),142-149. <https://bit.ly/3Xn5E1O>
- López, M. Á. (2018). *Diseño e implementación de un prototipo de objeto de aprendizaje en realidad aumentada para ambientes educativos y colaborativos*.
- Mayol Céspedes, I., Leyva Regalón, J. A. y Leyva Reyes, J. A. (2020). *Software de Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje de la asignatura Informática en la Ingeniería Mecánica*. <https://bit.ly/4d8GJFo>
- Mazzarri Rodríguez, C. J., Leyva Calle, J. A. y Barrientos Padilla, A. (2023). Aplicación Móvil de Realidad Aumentada para Visualización de Realidad Aumentada en el Ámbito Educativo. En N. Callaos, J. Horne, E. F. Ruiz-Ledesma, B. Sánchez, A. Tremante (eds.), *Memorias de la Décima Tercera Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética: CICIC 2023*, pp. 66-71. International Institute of Informatics and Cybernetics. <https://doi.org/10.54808/CICIC2023.01.66>
- Muñoz-Hernández, H., Canabal-Guzmán, J. D., y Galarcio-Guevara, D. E., (2020). Realidad aumentada para la educación de matemática financiera. Una app para el mejoramiento del rendimiento académico universitario. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 12(12), 37-44. <https://doi.org/10.22463/24221783.2634>
- Ochoa, N. E., Ríos Suarez, J. A., Galvez García, L. E. y Ramírez Arévalo, H. H. (2018). Arquitectura de un objeto virtual de aprendizaje

- en un ambiente de realidad aumentada para la escritura de artículos científicos en la Universidad. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (10), 345-365. <https://bit.ly/3XE7Gfe>
- Pérez-Sanagustín, M., Ramírez-Gonzalez, G., Hernández- Leo, D., Muñoz-Organero, M., Santos, P., Blat, J. y Delgado- Kloos, C. (2012). Discovering the campus together:A mobile and computer-based learning experience.
- Pimentel Elbert, M. J., Zambrano Mendoza, B. M., Mazzini Aguirre, K. A. y Villamar Cárdenas, M. A. (2023). Realidad virtual, realidad aumentada y realidad extendida en la educación. *RECIMUNDO*, 7(2), 74-88. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(2\).jun.2023.74-88](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(2).jun.2023.74-88)
- Rosanigo, Z. B., Bramati, P., y Bramati, S. (2010). *Objetos de Aprendizaje para la cátedra de Proyecto I. TE & ET*.
- Ruiz, H. A. C., Jiménez, F. Y. M. y Barón, M. J. S. (2018). Realidad aumentada (RA): aplicaciones y desafíos para su uso en el aula de clase. *Educación y ciudad*, (35), 137-148. <https://bit.ly/3zUVVIu>

CAPÍTULO V

# Estudio bibliométrico de las tecnologías para facilitar la comunicación verbal de niños con TEA

---

Hilda Carvajal Peñaherrera  
Universidad Politécnica Salesiana  
hcarvajalp@est.ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0008-2428-7209>

Bertha Naranjo Sánchez  
Universidad Politécnica Salesiana  
bnaranjo@ups.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4386-2335>

## Introducción

Los infantes con Trastorno del Espectro Autista suelen vivir abstraídos y poseen un entorno único que dificulta la comunicación e interacción con el mundo exterior. Frecuentemente, también presentan dificultades con las expresiones, ya sean gestos con las manos, el rostro o el contacto visual.

La destreza de comunicación de los niños con este trastorno varía según su desarrollo intelectual y social. Algunos tienen prácticas de lenguaje limitadas, que incluyen el lenguaje corporal, el énfase

sis de las palabras y los tonos de voz. Estas limitaciones dificultan su interacción con otros, especialmente con niños de su misma edad.

A continuación, se enumeran algunos estándares del lenguaje y la conducta que suelen presentar los niños con TEA:

- Comunicación rígida o monótona.
- Conveniencias definidas y destrezas extraordinarias.
- Progreso heterogéneo del lenguaje.
- Insuficiente práctica para la comunicación sin palabras.

La forma de enfrentar los problemas de comunicación, la frustración, el estrés, la ansiedad y la ira será desigual para cada niño con autismo, al igual que lo es para cada uno de nosotros. Los niños con trastorno del espectro autista (TEA) pueden mejorar su calidad de vida si reciben el apoyo adecuado y necesitan una atención integral y especializada en todas las fases y campos de la vida.

Los trastornos del espectro autista (TEA) generan impedimentos en el avance evolutivo del ser humano causados por discrepancias en el cerebro. Los individuos con TEA presentan este tipo de acontecimientos en su diario vivir debido a una afección genética. Todavía no se han encontrado otras afecciones. Los científicos opinan que los TEA presentan variadas manifestaciones que alteran las formas en las que el individuo va evolucionando.

Las personas con trastorno del espectro autista tienen la capacidad de actuar, comunicarse, interactuar y aprender de maneras que difieren gran parte de las personas. Por lo general no se encuentra en su aspecto la desigualdad con los demás.

Las destrezas varían de acuerdo con cada persona, por ejemplo, cierto número de personas se puede comunicar, mientras que para otras se les vuelve muy difícil, unas pueden realizar sus actividades cotidianas de manera normal, mientras que otras requieren ayuda.

Los síntomas del TEA como nos indica (Enfermedades, 2022) pueden empezar antes de los tres años y pueden durar toda la vida, aunque los síntomas podrían empeorar con el tiempo. En algunos casos, las situaciones pueden comenzar a aparecer a partir de los 12 meses de edad.

Según la Organización Mundial de Salud (OMS) aproximadamente uno de cada 100 niños tiene autismo (Salud, 2023).

La investigación de tecnologías aplicables para mejorar la comunicación en niños con trastorno del espectro autista (TEA) es primordial por varias razones.

Las siguientes son algunas de las razones clave para realizar este estudio:

- Prevalencia del TEA: este trastorno afecta el desarrollo neurológico de niños en todo el mundo. Según “La Organización Mundial de la Salud, uno de cada 100 niños tiene trastorno del espectro autista” (Salud, 2023). Dada su alta prevalencia, es crucial satisfacer las necesidades de comunicación de estos niños.
- Conflictos de comunicación: los niños con TEA suelen tener inconvenientes en general, pero el más común es la interacción. Pueden tener problemas para expresar sus pensamientos, sentimientos y percibir lo que las otras personas quieren decir debido a que no distinguen el lenguaje corporal. Mejorar las destrezas comunicativas es trascendente para el progreso y su diario vivir.
- Marca en la calidad de vida: el intercambio de palabras es fundamental para la interacción, la educación y la participación comunitaria. Aumentar las interacciones tendrían resultados beneficiosos en sus acciones cotidianas, su independencia y su inserción en la sociedad.
- Avances tecnológicos: durante la última década, ha habido avances reveladores en el desarrollo de tecnologías que

pueden emplear para desarrollar interacciones positivas en personas con TEA. Estas tecnologías incluyen aplicaciones móviles, dispositivos de comunicaciones aumentativas y alternativas (AAC), sistemas de comunicación por intercambio de imágenes (PECS) y otros. Es importante estudiar y evaluar cómo estas tecnologías pueden adaptarse y beneficiarlos.

- Intervenciones individualizadas: cada individuo es diferente en sus habilidades y necesidades de comunicación. La tecnología moderna permite personalizar las intervenciones para que las estrategias de comunicación puedan adecuarse a las habilidades que presentan los diferentes usuarios. Esto es importante para proporcionar un apoyo eficaz y centrado en la persona.
- Potencial para la autonomía: algunas tecnologías permiten comunicarse de forma más autónoma, lo que puede aumentar su autonomía y autoestima. Esto puede ser especialmente importante a medida que estos niños crecen y buscan una mayor independencia en sus vidas cotidianas.
- Investigación en curso: aunque se han realizado avances significativos en la investigación sobre tecnologías para el TEA, aún existen preguntas sin respuesta y oportunidades para mejorar las intervenciones. Realizar investigaciones adicionales en este campo puede llevar a la identificación de enfoques más efectivos y a la creación de herramientas más accesibles y asequibles.

## **Revisión de literatura**

De acuerdo con la revisión realizada podemos notar varias aplicaciones de la tecnología para el desarrollo de la comunicación de los niños con TEA. A continuación, se revisará cada una de ellas.

### *Comunicación aumentativa y alternativa*

El sentido de la vista apoya el uso de tecnologías que facilitan la comunicación, lo cual es crucial para las personas con autismo. Con el estímulo adecuado, estas tecnologías pueden lograr respuestas positivas en su interacción con otros (Beukelman y Mirenda, 2013). Además, algunos estudios han encontrado que la música juega un papel importante, ya que, combinada con herramientas visuales, ayuda a captar la atención del niño. Esto permite su integración en el entorno educativo y mejora la comunicación y la interacción con su entorno. Se concluye lo siguiente:

- El uso de TIC a través de aplicaciones móviles en tabletas ayudó al aprendizaje. En algunos casos, los SAAC (Sistemas de Comunicación aumentativa y alternativa) han motivado a las personas que se ven inundadas de comportamientos negativos debido a su incapacidad para comunicarse a desarrollar comportamientos positivos obteniendo un mejor concepto de sí mismos, con esto se puede disminuir los cuadros ansiosos que impiden la comunicación.
- El desarrollo e integración de TIC en el proceso educativo con personas con TEA debe basarse en diseños instructivos persuasivos que apoyan a cada estudiante en su estilo de comunicación y fomenten el desarrollo de conocimientos creativos para mejorar la comunicación entre todos en el aula (Terrazas *et al.*, 2016).
- El empleo de herramientas tecnológicas en la interacción está sujeta a lo que el niño requiera de acuerdo con su desenvolvimiento educativo. Por lo tanto, los beneficios potenciales asociados con el uso de los medios informáticos dependerán de cómo se utilicen. Dicho con otras palabras, el solo uso de la tecnología no es suficiente para producir cambios en la conducta y el aprendizaje de los niños con TEA. Las estrategias educativas desarrolladas a través de la tecnología es lo verdaderamente importante (Zapata y Gómez, 2021).

Consideradas como altas tecnologías (Reaño, 2022) para el desarrollo de los niños con TEA, se presentan a continuación algunas aplicaciones de uso frecuente:

- TouchChat: ayuda al desenvolvimiento lingüístico.
- Lamp: presenta un vocabulario extenso e imágenes pareados a textos para la interacción.
- Proloquo2 Go: permite iniciar conversaciones, se debe configurar en base con las necesidades del usuario (Álvarez et al., 2019).
- Avaz AAC: permite aprender palabras, oraciones y demás en varios tiempos y adaptándose a las necesidades del usuario (Alcántara, 2022).

### *Tecnologías móviles*

La tecnología llama la atención a la mayoría de los niños, pero a los niños/as con TEA les atrae mucho más porque reciben información visual. Los estudios realizados por Parsons *et al.* (2006) han demostrado que las actividades que se realizan en plataformas o entornos virtuales fomentan el aprendizaje de los niños porque se utilizan más estímulos multisensoriales (principalmente visuales) y se fomenta la diversión. Los medios digitales, aparte de ser accesibles e impulsadores, fomentan la participación de diversas destrezas en conjunto, lo que aumenta la autoestima y fomenta la interacción social entre iguales.

Todo tipo de software y aplicaciones diseñados específicamente para las personas con TEA es de ayuda. Son muy frecuentes el uso de smartphone y tablets. Es evidente que su demanda contribuyó al aumento de la producción de este tipo de recursos tecnológicos.

A las personas con TEA evidentemente, se les dificulta muchos aspectos de la vida cotidiana como se ha descrito en este artículo, pero se ve una mejora con el uso de las herramientas adecuadas.

Las personas con TEA tienen afinidad con la tecnología y facilidad para manejar todo tipo de dispositivo como tablets y celulares. Su uso se ha vuelto común entre los niños, y las especificaciones que facilitan su utilización a través de los años son las siguientes:

- Una interfaz simple y visual.
- Teclas que parecen pictogramas en lugar de texto
- Funcionamiento racional.
- Sin distracciones.

Se presentan a continuación cinco aspectos críticos que deben tenerse en cuenta al elegir la herramienta idónea para niños con TEA. Estos aspectos se describen en la tabla 1:

**Tabla 1**

*Aspectos críticos*

No.	Aspecto
1	Ajustes del aplicativo.
2	Las destrezas para el manejo idóneo.
3	Los medios por emplearse en una sesión orientada a la educación.
4	Investigaciones elaboradas tomando en cuenta los resultados de las aplicaciones existentes con su respectiva evaluación.
5	Los gastos asociados con el uso del dispositivo y la aplicación en particular. Consideramos interesante conocer si personas con el trastorno del espectro autista fueron consultadas o rindieron una crítica constructiva para el desarrollo de las aplicaciones.

*Nota.* Adaptado de Boyd *et al.*, 2015, 19-27.

Luego de esta descripción, podemos determinar que hay una gran variedad de aplicaciones, pero no existen niños con el mismo perfil, cada uno varía.

Es importante seleccionar las APPS adecuadas para el perfil de la persona con TEA, priorizando los siguientes aspectos:

- Ámbito de participación
- Herramienta digital
- Etapa del usuario
- Progreso científico (Sanromà-Giménez *et al.*, 2017).

En la tabla 2 se presenta un listado de aplicaciones basadas en las TIC para el trastorno del espectro autista (Toledo y Cuenca, 2020).

**Tabla 2**

*Aplicaciones basadas en TIC para TEA*

<b>Autor</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Función</b>
(Sniadower, 2020)	Interagir	Ayuda a bajar la ansiedad, mediante una guía de interacción social, sentir autocontrol y a dar respuestas con el diálogo.
(Sniadower, 2020)	Model Me Going Places 2	Presenta escenarios de la vida cotidiana de manera animada.
(Escolá, 2020)	AutisMIND	Su objetivo es ofrecer apoyo a familias y profesionales para fomentar la cognición social mediante el uso de recursos audiovisuales.
(Sniadower, 2020)	Llevo todo	Colabora con los niños, tutores y padres a elaborar sus maletas de manera eficaz.
(Martin <i>et al.</i> 2018)	Story Creator	Crea historias a partir de imágenes contribuyendo con la interacción del niño con su medio.
(Toledo y Cuenca, 2020)	Funtime	Colabora con la distribución adecuada del tiempo.
(Sniadower, 2020)	ChatTEA	Promueve la comunicación y fortalece los lazos familiares y sociales mediante la presentación de textos que incorporan pictogramas, imágenes, audios y preguntas con respuestas predeterminadas.

(Montero de Espinosa Espino, 2021)	Aplicación Leo con Lula	Constituye una herramienta altamente beneficiosa para la comunicación de niños con trastorno del espectro autista (TEA), ya que facilita la selección de contenidos según sus intereses y los presenta en una secuencia organizada. Además, incorpora un elemento de aleatorización para favorecer el aprendizaje. Su interfaz está diseñada sin estímulos distractivos y cuenta con un sistema de aprendizaje sin error que orienta a la persona hacia el éxito (Montero de Espinosa Espino, 2021).
(Toledo y Cuenca, 2020)	Dictapicto	Ayuda con la socialización mediante mensajes de voz que se convierten en imágenes o palabras.

Nota. Tomado de Montero de Espinosa Espino, 2021.

### *Altas tecnologías para la comunicación*

El estudio de Rizzotto Schirmer (2020) señala que los interlocutores en la comunicación demuestran que el interés y la motivación de los niños por utilizar SCA (Sistemas de comunicación alternativa y aumentativa) de alta tecnología facilitarían su implementación. Analiza que la tecnología móvil con software de CA (Comunicación Alternativa) tiene ventajas sobre el uso de IF (Entrada de Voz) y DGF (Dispositivos de generación de voz) dedicados, que incluyen menor costo, lo que permite a las familias tener un acceso más fácil a la CA, portabilidad (más liviana y fácil de transportar), ampliación de vocabulario. Además de ser atractivo y comúnmente asociado con actividades de refuerzo, sin mencionar la aceptabilidad de los dispositivos móviles en toda la comunidad. Otra cuestión importante es el hecho de que la aplicación se programa rápidamente y es fácil de usar, durante las actividades cotidianas, cuando surge la necesidad de añadir vocabulario, por ejemplo. Además, la programación

se puede realizar directamente en el DGF, sin necesidad de utilizar recursos informáticos para transferir posteriormente el contenido.

Con los estudios analizados en este artículo, podemos concluir que la alta tecnología para la CA en personas con TEA es eficaz, emergente y apropiada para el progreso de destrezas de comunicación e interacción. Y que el desarrollo de la competencia comunicativa de las personas con TEA se ve impactado por numerosos factores, incluidos los relacionados con la persona, el entorno y los interlocutores en la comunicación, así como diferentes SCA (Light y McNaughton, 2013).

### *Terapias robóticas*

La participación de los niños en actividades con tecnología robótica no solo los atrae, sino que también los motiva para abrir un camino hacia el fortalecimiento y la corrección de conductas deficientes y disruptivas en niños con TEA. Este enfoque es importante, ya que sugiere que la tecnología, en particular de esta estrategia, puede ser una herramienta efectiva para potenciar las habilidades sociales en estos pacientes. La alta adherencia, satisfacción y disfrute observados en esta intervención con tecnología robótica pueden vincularse con el atractivo de las características interactivas de la tecnología utilizada, un fenómeno previamente observado en investigaciones similares (Peckett *et al.*, 2016).

El aumento en la socialización, evaluado mediante la Escala de Vineland, concuerda con resultados observados en estudios que utilizaron metodologías, tecnologías y estructuras de talleres de robótica equivalentes. Aunque en la codificación de videos se observó una tendencia al aumento, especialmente en la interacción social y el comportamiento, el primer grupo experimentó una disminución en la comunicación no verbal. Este fenómeno podría atribuirse a la formación de parejas con falta de homogeneidad entre los pacientes en términos de su nivel intelectual, entorno familiar, terapias recibidas y gravedad del TEA (Yáñez *et al.*, 2021).

La relevancia de esta experiencia clínica radica en la exploración de técnicas innovadoras que pueden facilitar la dirección de estos pacientes en nuestro entorno. Se observa que la aplicación de tecnología robótica (TR) adaptada al contexto de un centro de salud público en Chile resultó ser altamente atractiva y beneficiosa para los pacientes con TEA, contribuyendo a mejorar síntomas fundamentales como las dificultades en la interacción social y los problemas conductuales (Yáñez *et al.*, 2021).

### *Las TIC como herramienta para los niños/as con TEA*

Los estudios sobre los beneficios de las TIC han revelado datos impresionantes sobre cómo los niños y niñas con discapacidad superan las barreras sociales y personales. Las ayudas audiovisuales y el contenido multimedia ofrecen una amplia gama de estilos de aprendizaje, lo que contribuye significativamente a satisfacer cada aspecto en la vida del niño.

Las TIC permiten una reconfiguración de los conocimientos de enseñanza-aprendizaje, y las herramientas multimediales desempeñan un papel crucial en la inclusión al fortalecer diversas habilidades cognitivas. Estas tecnologías proporcionan autonomía y motivación en el proceso académico al brindar a los estudiantes con discapacidad la oportunidad de explorar, seleccionar y analizar información de manera independiente (Duarte y Porras, 2023).

La normativa internacional de la UNESCO decretó 17 objetivos con 169 nuevas metas en busca del desarrollo sostenible. El objetivo número 4 indica el deseo de garantizar para el 2030 una educación inclusiva, equitativa, y de excelencia para todos aquellos estudiantes sin importar la raza, el sexo, la edad, la etnia, las capacidades y limitaciones para que puedan acceder a diferentes oportunidades y explorar todas sus habilidades y así poder participar activamente en la sociedad (ONU, 2021).

Varios investigadores, padres de familia y docentes afirman que existe una relación positiva y mucho potencial en la implementación de tecnologías en niños con el trastorno del espectro del autista porque conlleva a mejorar aspectos significativos en la comunicación interpersonal. El reconocimiento que esta relación ha tenido, sostiene el hecho de obtener mejores resultados ya que hay un mayor sentimiento de dominio frente al trabajo realizado en estas tecnologías, al igual que una motivación clara y activa donde se expresan las necesidades de esta población (Boyle y Arnedillo-Sánchez, 2022).

Los niños con autismo demostraron que al usar estas tecnologías en las aulas de clase, las áreas como comunicación (Logan *et al.*, 2017), autorregulación (Picard, 2009) y el desarrollo del sentido personal de competencia mejoraron. Es así cómo se garantiza que la tecnología ayudará a los usuarios a redescubrirse y avanzar en sus habilidades (Acedo *et al.*, 2016).

Tomar conocimiento de la presencia de un niño con TEA en el aula debe motivar al docente a generar cambios en el proceso de enseñanza aprendizaje, es desafiante para un maestro cumplir con las expectativas. El juego es un recurso indispensable en el aula y una oportunidad para considerar nuevas formas de aprender haciendo (Duarte y Porras, 2023).

Son muchos los profesionales que han centrado sus estudios en trabajar con las personas con TEA, haciendo hincapié en edades tempranas, ya que la detección temprana es primordial para el desarrollo del menor. Son diversos los especialistas que trabajan diariamente con estos niños, como médicos, psicólogos, pedagogos, logopedas, etc., en busca de terapias que promuevan la mejora de la calidad de vida de las personas con esta condición (Caurcel *et al.*, 2019).

## **Efectividad del uso de las TIC**

Cabe destacar la importancia de la comunicación para todas las personas, ya que a través de ella logramos interactuar y apren-

der. Según los hallazgos de un estudio de metaanálisis, entre otros de revisión sistemática y sistematizaciones de experiencias (Gallardo *et al.*, 2019) se puede concluir que las TIC pueden ser un respaldo significativo para mejorar las intervenciones educativas dirigidas a alumnos con TEA (Hernández y Sosa, 2018). Sin embargo, es importante señalar que, aunque las herramientas más avanzadas, como las de realidad virtual, y en cierta medida, las Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa (SAAC), muestran resultados prometedores, aún no han alcanzado la consistencia suficiente en sus resultados como para considerarse intervenciones respaldadas por una eficacia basada en evidencia sólida (Tárraga *et al.*, 2019).

Hemos observado que la integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en estudiantes con trastorno del espectro autista (TEA) es altamente efectiva. Esta integración beneficia su proceso de aprendizaje al facilitar la comunicación de una manera más accesible, permitiéndoles sentirse más seguros y motivados para participar activamente en el entorno educativo. Esta herramienta atractiva y divertida aborda de manera efectiva las deficiencias específicas del TEA, promueve la participación y así evita la frustración, lo que contribuye al desarrollo de la autonomía.

En resumen, el uso de las TIC representa una mejora educativa significativa, especialmente cuando se aplica a estudiantes con TEA. Esta integración facilita el manejo del aula, adaptándose de manera más precisa a las necesidades propias de cada persona en comparación con un enfoque estándar. Reconocemos la importancia de actuar de acuerdo con las características distintivas de este alumnado, permitiéndoles aprender de manera más efectiva y adaptada (Domínguez, 2019).

## **Beneficios de las TIC**

Las TIC son beneficiosas puesto que se observa mejoras en los siguientes ámbitos:

- Desempeño académico.
- Comunicación con su entorno.
- Organización de su día a día.

## **Comparación de software y hardware**

Es relevante destacar la amplia gama de recursos e innovaciones que se han implementado a lo largo de los años para mejorar la socialización y el desarrollo. Un aspecto crucial es reconocer que, para lograr una mejor aceptación y adaptación de las TIC en niños con estos trastornos, es fundamental comenzar a familiarizarlos desde edades tempranas. Este enfoque pretende moldear sus habilidades desde la infancia para que, en la adolescencia o la adultez, sean más capaces de desenvolverse con eficacia en entornos educativos y sociales, incluidos los universitarios.

Según Sánchez y Huacón (2019), sus conclusiones refuerzan nuestras tendencias acerca de las TIC, a nivel universitario donde los jóvenes pueden emplear el uso de las TIC, tal es el caso en la Universidad Politécnica Salesiana, en otro caso, como indica Jiménez y Sánchez (2021), es importante el uso de las TIC desde tempranas edades como herramienta de uso diario.

Las TIC deben ser implementadas en todos los planteles educativos como un derecho para los niños (Durán, 2021).

De acuerdo con un estudio del uso de las TIC en niños con el trastorno del espectro autista donde docentes calificados para el desarrollo de aprendizaje y comunicación lograron que el 86 % de los participantes utilicen las TIC y el porcentaje restante no. Se encontró que los participantes que las usaron mejoraron sus interacciones. Sin embargo, los resultados que rechazan la hipótesis planteada o no se cumplen, es sobre la pregunta de si con el uso de las TIC, los discentes con TEA enriquecen su vocabulario, a lo que se obtuvo una gran variedad de resultados: solo un 33 % contestaron afirmativamente (Cobo-Yera y Belda-Torrijos, 2022). Así mismo en Marzal Carbonell

*et al.* (2023), seis investigaciones que corresponden al 54,54 % exponen los resultados que tiene el uso de las herramientas digitales para este alumnado.

## **Metodología**

Para llevar adelante un análisis bibliométrico detallado, que investigue el uso de herramientas tecnológica para la comunicación, se considera seguir una metodología dividida en tres etapas clave: fuentes de información, registro de información y cálculo de indicadores bibliométricos.

### **Fuentes de información**

Se debe realizar búsquedas exhaustivas en diversas bases de datos académicas, por ejemplo, Google Scholar y Scopus. Las palabras clave utilizadas incluyeron términos relacionados con “TEA”, “tecnología”, “comunicación”.

### **Registro de información**

El sistema registra la información relevante obtenida de las fuentes seleccionadas. Cada artículo seleccionado, el cual incluye información como el título del artículo, los autores, el año de publicación, el título de la revista o la conferencia, y las palabras clave.

Además, también se registran otros datos como el número de citas recibidas por cada artículo y la afiliación institucional de los autores. Este registro detallado permite un análisis riguroso de los datos bibliométricos.

### **Cálculo de indicadores bibliométricos**

Estos indicadores incluyen medidas como el recuento de publicaciones por año, por país más influyentes en el campo. Los cálculos se llevan a cabo utilizando software especializado en bibliometría

(como VOSviewer), el cual permite visualizar y analizar la cantidad de países que se interesan en progresar en la comunicación verbal de los niños con TEA.

Tras finalizar el proceso metodológico, se puede hacer un recuento estadístico de los datos, con la finalidad de conseguir los indicadores bibliométricos.

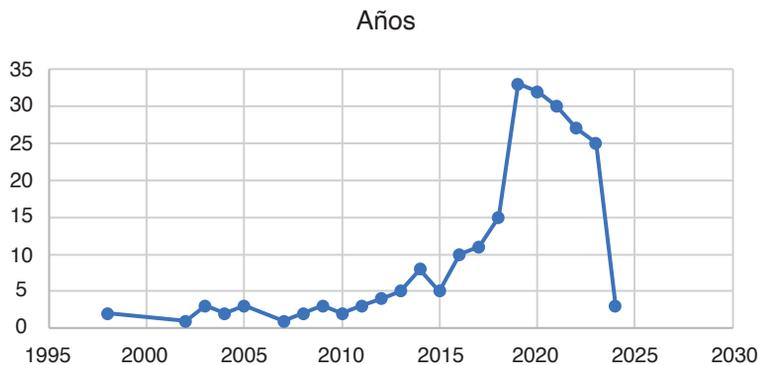
## Resultados

Los indicadores de producción científica basado en indicadores bibliométricos, que fueron obtenidos de la base de datos Scopus y tratados con la herramienta VOSviewer son presentados a continuación.

La figura 1 muestra los artículos significativos relativos al autismo desde 1997 hasta enero de 2024. Como puede observarse, el incremento es notable a medida que pasan los años, con un crecimiento en 2018.

Figura 1

*Producción científica de artículos sobre TEA*

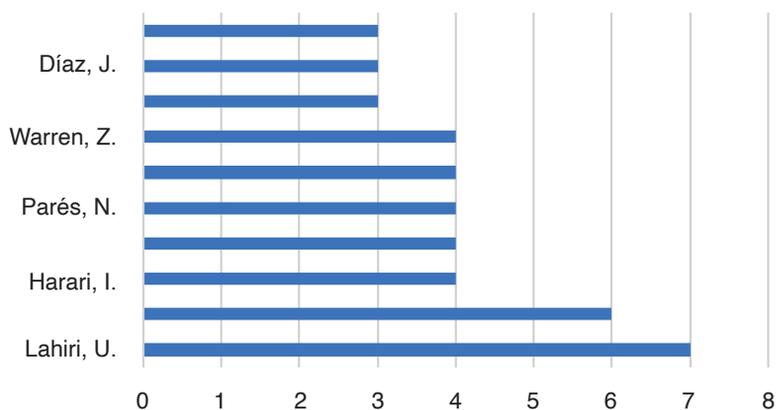


En la figura 2 se observa el autor que más artículos ha escrito sobre el trastorno del espectro autista es Lahiri, U. y los demás au-

tores Crowell, C., Harari, I., Mora Guiard, J., Parés, N., Sarkar, N., Warren, Z., Andrunyk, V., Díaz, J., y Ghanouni, P., entre otros.

Figura 2

*Autores significativos*



La figura 3 muestra los países con más artículos escritos sobre TEA como es Estados Unidos, y los demás países, España, China, Reino Unido, India, Canadá, Malasia, Australia, Francia, Grecia, Italia, Arabia Saudita, Bangladesh, Brasil, Ecuador, Ucrania, entre otros.

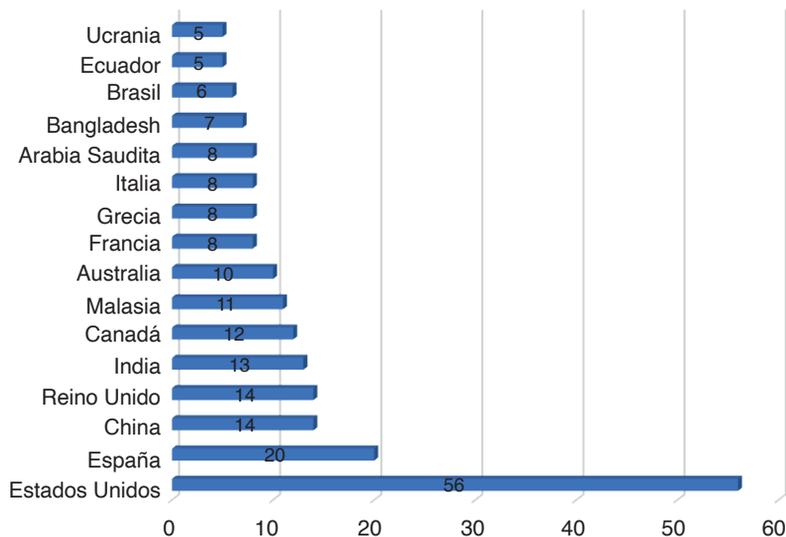
La figura 4 examina las áreas temáticas en las que se ha publicado artículos referentes a TEA, como es Ciencias de la computación con el 30 % seguido de ingeniería con el 16%, medicamentos con el 12 %, Matemáticas con el 8 %, Psicología el 7 %, Ciencias Sociales el 7 %, Física y Astronomía con el 5 %.

En la figura 5 se presentan las organizaciones más relevantes que apoyan a los niños con TEA.

La figura 6 muestra las palabras más significativas o en tendencia través de las publicaciones referentes al TEA como son: *technology, special education teachers, assistive technologies, computer science, autism spectrum disorder*.

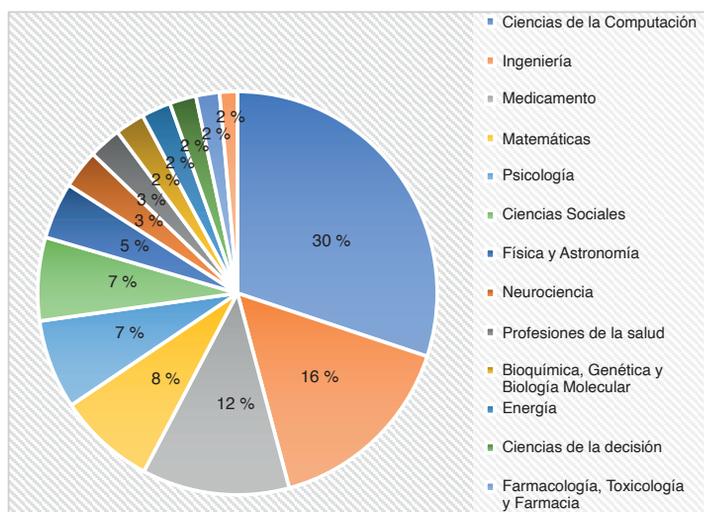
**Figura 3**

*Países con artículos relacionados con TEA*

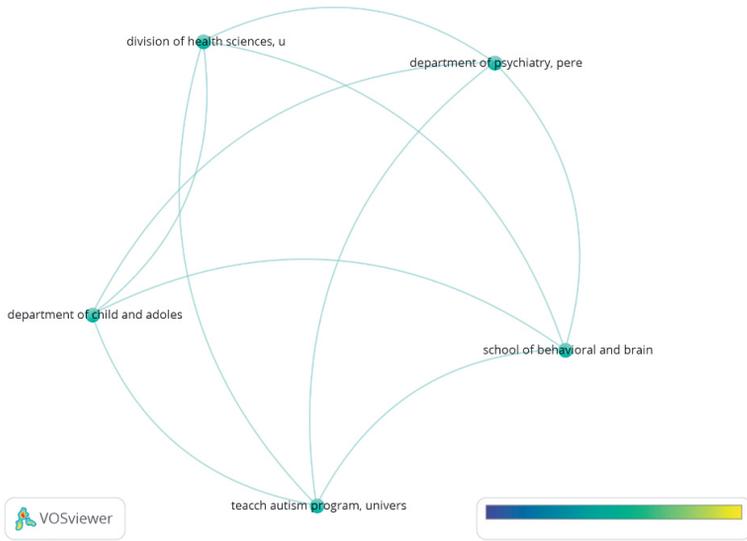


**Figura 4**

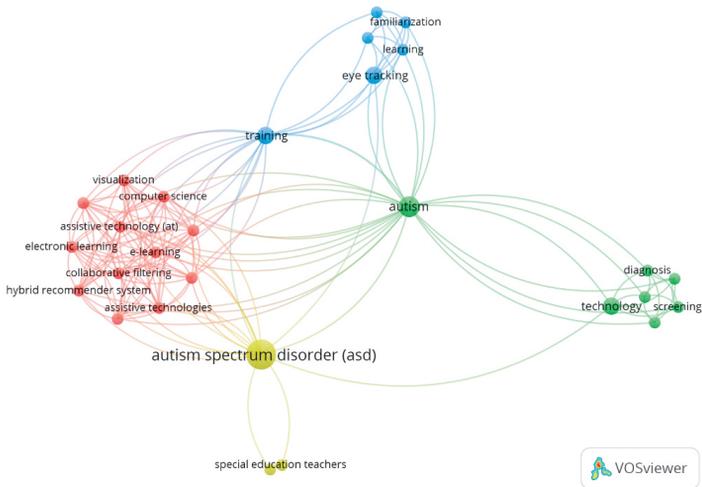
*Áreas temáticas*



**Figura 5**  
*Organizaciones TEA*



**Figura 6**  
*Palabras clave*



Las aplicaciones de comunicación se crean en su mayoría debido a las necesidades de los niños con TEA. En la tabla 1 se presenta un cuadro explicativo con las aplicaciones exploradas más significativas.

**Tabla 1**  
*Aplicaciones más referenciadas*

<b>Nombre</b>	<b>Compatibilidad</b>	<b>Aplicación</b>
TouchChat	IOS y iPad	Ayuda al desenvolvimiento lingüístico.
Avaz AAC	Android	Permite aprender palabras, oraciones y demás en varios tiempos y adaptándose a las necesidades del usuario.
Lamp	iPad	Sirve para el desarrollo del lenguaje y la comunicación para niños con TEA.
Proloquo-2Go	IOS, iPad	Permite iniciar conversaciones, se debe configurar en base con las necesidades del usuario.
Autismo iHelp	IOS, Android	Herramienta de aprendizaje, mediante sonidos relaciona imágenes.
Interargir	Android	La aplicación es sencilla de manejar, da lugar a poder practicar diálogos previamente preparados.
Autismind	IOS-iPad	Es una aplicación orientada a lo que los niños puedan sentir a través de las imágenes, de tal manera que puedan comunicarse.
Chattea	IOS	Aplicación para contestar diálogos con gráficos simples facilitando el manejo y comprensión de los niños.
Dictapicto	IOS y Android	Aplicación para contestar diálogos mediante comandos de voz que son transformados a gráficos representativos.
Plaphoons	App para Windows y Android	Aplicación que ayuda con la comunicación y el aprendizaje.

Con respecto a las aplicaciones de aprendizaje evidenciamos seis:

- **Leo con Lula** es una aplicación gratuita animada que invita al niño a aprender de manera divertida palabras por fases, para aprender de manera ordenada, se avanza solo si se termina la fase iniciada.
- **Aprende con José** es una aplicación gratuita limitada, capaz de fomentar la lectura, cuentos, juegos y áreas como matemáticas que permite el aprendizaje dinámico para los niños.
- **Plaphoons** es una aplicación de escritorio que permite desarrollar tableros personalizados para cada niño, permitiéndoles comunicarse y aprender permitiendo a los usuarios ser más independientes.
- **Avaz AAC** aplicación móvil que permite crear oraciones en diferentes tiempos adaptándose a las necesidades de los usuarios.
- **Autismo iHelp** aplicación móvil que permite aprender mediante imágenes ya cargadas en el aplicativo que expresan lo que el usuario desea transmitir.
- **Lamp** aplicación para iPad pagada permite aprender mediante juegos.

Cada una de estas aplicaciones son de aprendizaje, pero Leo con Lula, Avaz ACC, Autismo iHelp son totalmente gratuitas en todas sus fases, mientras que Aprende con José se necesita comprar una aplicación premium para desbloquear funciones. Lamp es una aplicación pagada totalmente, mientras que Plaphoon es una aplicación de escritorio que ha sido adaptada para tablets con sistema operativo Android, permite personalizar el aprendizaje de los niños, además que le ayuda al usuario a comunicarse.

Cada una de estas aplicaciones han sido diseñadas para lograr que los niños con TEA, puedan desarrollar una mejor comunicación con su entorno, las cuales se utilizarían acorde a las necesidades de los niños.

Las siguientes aplicaciones permiten la comunicación entre el usuario y su entorno.

- **Proloquo2Go** permite comunicarse con las personas que lo rodean.
- **TouchChat**, aplicación pagada que sirva para comunicarse por medio de imágenes.
- **ChatTEA** es una aplicación completa en comparación a las demás debido a que no solo permite al niño comunicarse con su entorno por medio de gráficos, sino que también es de mensajería instantánea, permitiendo interactuar con el entorno, destacándose entre las demás aplicaciones.

## Discusión

Los artículos analizados detallan las aplicaciones más significativas a través de los años, desde 1997 hasta la actualidad. En el este trabajo fue posible explorar y evidenciar las aplicaciones utilizadas para los niños con TEA.

Como se muestra en la tabla 3, Montero de Espinosa Espino (2021) menciona la aplicación Leo con Lula que se encuentra en el top de las mejores. En contraste, el estudio de Sánchez (2021) donde nombra las aplicaciones de acuerdo con un ranking iniciando desde 1 al 50, colocando a Leo con Lula y Avaz AAC en los puestos 2 y 3, lo que coincide con los hallazgos de este trabajo. Es evidente el avance significativo en las aplicaciones en el desarrollo de aplicaciones para niños con TEA.

## Conclusiones

Luego de examinar el desarrollo de la revisión bibliográfica se refleja un avance significativo de las herramientas tecnológicas a lo largo de los años, lo que ha permitido una mejor calidad de vida y un desarrollo más adecuado para los niños con TEA. Podemos ver cómo la implementación de estas herramientas tecnológicas ha

permitido que los niños se desenvuelvan en diversas actividades y entornos.

A pesar de los avances en el ámbito relacionado con los niños con TEA, este sigue siendo un campo amplio en progreso. No obstante, el avance significativo logrado es notable y representa un paso trascendental para el desarrollo y la evolución de los niños con TEA, fomentando entornos inclusivos en todo el mundo.

Asimismo, podemos visualizar cómo distintas organizaciones alrededor del mundo se unen al desarrollo, aportando de manera significativa al apoyo integral de los niños con TEA.

## **Agradecimientos**

Al grupo de investigación TICAD y a la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, por permitirnos desarrollar este artículo dentro del proyecto EVALTEA.

## **Referencias bibliográficas**

- Acedo, M. T., Herrera, S. S. y Traver, M. T. B. (2016). Las TIC como herramienta de apoyo para personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA). *Revista de Educación Inclusiva*, 9(2), 102-136.
- Alcántara, L. M. B. (2022). Lenguaje y comunicación en el autismo. *Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México*, 11(28 fasc. 3), 74-98.
- Álvarez, G., Kuric, M., Mesones, C., Storozuk, I. B. y Villar, N. (2019). *Nuevas tecnologías en el ámbito de la discapacidad: su aplicación en niños con Trastornos del Espectro Autista*.
- Beukelman, D. R. y Mirenda, P. (2013). *Augmentative and alternative communication*. Paul H. Brookes.
- Boyd, T., Barnett, J. y More, C. (2015). Evaluating iPad technology for enhancing communication skills of children with Autism Spectrum Disorders. *Intervention in School and Clinic*, (51),19-27. <https://doi.org/10.1177/1053451215577476>
- Caurcel Cara, M. J., Gallardo Montes, C. del P. y Rodríguez Fuentes, A. (2019). Ciudades virtuales, educativas e igualitarias: las tecnologías

- de la información y la comunicación (TIC) y los niños con trastorno del espectro autista (TEA). *Actas Icono* 14, 1(1), 148-163. <https://bit.ly/4dEYWu7>
- Cobo-Yera, C. y Belda-Torrijos, M. (2022). La mejora de las habilidades comunicativas en alumnos TEA a través de las TIC. *International Journal of New Education*, (10), 5-20. <https://doi.org/10.24310/IJNE.10.2022.14769>
- Cuartero, S. D. (2021). Tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje del alumnado con Trastorno del Espectro Autista: una revisión sistemática. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 107-121.
- De Espinosa Espino, G. M. (2021). Trastorno del espectro del autismo, abordaje metodológico y aportaciones de las tecnologías. *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (388), 6-12.
- Domínguez Barquero, D. (2019). El Trastorno del Espectro Autista (TEA) y el uso de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC). *International Journal of New Education*, (4). <https://doi.org/10.24310/IJNE2.2.2019.7447>
- Duarte, Y. T. R. y Porras, E. P. P. (2023). Tic como herramienta potencial para el desarrollo de las habilidades de los estudiantes con tea. *Ingenio Libre*, 11(21), 88-108.
- Escolá, A. (2020). AutisMIND. <https://autismind.com/>
- Gallardo, C., Caurcel, M. y Rodríguez, A. (2019). Perspectiva actual sobre el uso de tecnologías de la información y comunicación en personas con trastorno del espectro autista: Sistematización de experiencias. *Hamut'ay*, 6(3), 50-61. <http://dx.doi.org/10.21503/hamu.v6i3.1846>
- Martin, E., Cupeiro, C., Pizarro, L., Roldán-Álvarez, D. y Montero-de-Espinosa, G. (2019) "Hoy cuento", una aplicación de creación de historias y cómics para personas con afecciones del espectro autista, *Revista Internacional de Interacción Humano-Computadora*, 35(8), 679-691. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1550178>
- Hernández Vásquez, M. E. y Sosa Hernández, M. E. (2018). *Uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en inclusión escolar de estudiantes con Trastornos del Espectro Autista (TEA)*. No. Extra-41. Universidad de la Rioja.
- Jiménez, M. G. y Sánchez, B. N. (2021). TIC en la educación en emergencia de los estudiantes con discapacidad de los centros educativos salesianos. *Boletín Redipe*, 10(2), 258-272.

- Light, J. y McNaughton, D. (2013). Putting people first: re-thinking the role of technology in augmentative and alternative communication intervention. *Augmentative and alternative communication*, 29(4), 299-309. <https://doi.org/10.3109/07434618.2013.848935>
- Logan, K., Iacono, T. y Trembath, D. (2017). A systematic review of research into aided AAC to increase social-communication functions in children with autism spectrum disorder. *Augmentative and alternative communication*, 33(1), 51-64. <https://doi.org/10.1080/07434618.2016.1267795>
- Martin, E., Cupeiro, C., Pizarro, L., Roldán-Álvarez, D. y Montero-de-Espinosa, G. (2019) “Hoy cuento”, una aplicación de creación de historias y cómics para personas con afecciones del espectro autista, *Revista Internacional de Interacción Humano-Computadora*, 35(8), 679-691. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1550178>
- Marzal, A., Rico, G. M., García, R. J. G. y Pérez, M. C. (2023). Las TIC y la competencia socio comunicativa del alumnado con TEA: una revisión sistemática. *EDMETIC*, 12(1), 1-21.
- ONU. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://bit.ly/3Xng0jP>
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Trastornos del espectro autista. Datos y cifras. <https://bit.ly/3Xng0jP>
- Parsons, S., Leonard, A. y Mitchell, P. (2006). Ambientes virtuales para el entrenamiento de habilidades sociales: comentarios de dos adolescentes con trastorno del espectro autista. *Computadoras y Educación*, 47(2), 186-206.
- Peckett, H., MacCallum, F. y Knibbs, J. (2016). Experiencia materna de la Legoterapia en familias con niños con condiciones del espectro autista: ¿Cuál es el impacto en las relaciones familiares? *Autismo*, 20(7), 879-887. <https://doi.org/10.1177/1362361315621054>
- Picard, R. W. (2009). Future affective technology for autism and emotion communication. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364(1535), 3575-3584. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0143>
- Reaño, E. (2022). Lenguaje, autismo y comunicación aumentativa alternativa. *Revista de Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 9(2), 82-89.
- Sánchez, B. A. N. y Huacón, K. A. C. (2019). TIC para la inclusión educativa universitaria en la UPS Sede Guayaquil. *INNOVA Research Journal*, 4(3), 55-71.

- Sánchez, M. C. (2021). Análisis y evaluación de aplicaciones para desarrollar la comunicación en el alumnado con trastorno del espectro autista. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (75), 168-187.
- Sanromà-Giménez, M., Lázaro-Cantabrana, J. L. y Gisbert-Cervera, M. (2017). La tecnología móvil: Una herramienta para la mejora de la inclusión digital de las personas con TEA. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 7(2), 173-192.
- Schirmer, C. R. (2020). Pesquisas em recursos de alta tecnologia para comunicação e transtorno do espectro autista. *ETD Educação Temática Digital*, 22(1), 68-85.
- Sniadower, D. (2020). Aprendizaje Diferente.
- Tárraga Mínguez, R., Vélez-Calvo, X., Lacruz-Pérez, I. y Sanz-Cervera, P. (2019). Efectividad del uso de las TIC en la intervención educativa con estudiantes con TEA. *Didáctica, innovación y multimedia*, (37), 0006.
- Yáñez, C., Madariaga, L., López, C., Troncoso, M., Lagos, P., González, P., Fernández, M., Dorochesi, M. y Albo-Canals, J. (2021). Uso terapéutico de robótica en niños con Trastorno del Espectro Autista. *Andes pediátrica*, 92(5), 747-753. <http://dx.doi.org/10.32641/andespediatr.v92i5.2500>

# **Sobre autores y autoras**

---

## **Isaangie Gabriela Betancourt Rodríguez**

Estudió en la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación. Durante sus estudios participó en el grupo de innovación educativa dentro de los proyectos de investigación como: EVALTEA y MEMOTECH. Le gustan las ciencias aplicadas, con mayor interés en la tecnología. Su campo de acción para investigaciones se enmarca en las líneas de inclusión e innovación educativa.

## **Keyko Garcés Salazar**

Egresada de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación. Durante sus estudios participó en el proyecto de investigación “Niñas Con ciencia”, entre otros proyectos de innovación educativa como MEMOTECH. Le apasiona la tecnología y el desarrollo de software, y continuamente busca maneras de contribuir al avance de la educación y la inclusión en el ámbito tecnológico.

## **Valeria Quimis Taines**

Graduada en Ingeniería en Ciencias de la Computación. Después de graduarse en la universidad, ve un mundo lleno de oportunidades. Espera poder aplicar sus habilidades en el competitivo campo tecnológico. Considera que cada desafío es una oportunidad para innovar y demostrar su capacidad. Está preparada para dejar una marca significativa en la tecnología, transformando ideas en realidades.

## **Josué Montesdeoca Soriano**

Egresado de la carrera de Ingeniería en Computación. Tiene gran interés en la tecnología y el desarrollo de software. Trabaja como programador Fullstack especializado en la creación de páginas web, videojuegos y sistemas de facturación electrónica. Fue el primer estudiante ayudante investigador adscrito al grupo de investigación TICAD. Colaboró en diversos proyectos que le permitieron desarrollar sus habilidades técnicas e investigativas. Su trayectoria profesional continúa con una base sólida en ingeniería y una pasión por la innovación, con el objetivo de contribuir al avance tecnológico y educativo de nuestra sociedad.

## **José González Parrales**

Estudió la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación de la Universidad Politécnica Salesiana. Actualmente trabaja como programador Fullstack. Su trabajo se centra en el desarrollo de páginas web y sistemas de facturación electrónica, además de dar soporte técnico a los clientes. Participó activamente en el grupo de investigación TICAD en proyectos de apoyo a personas con discapacidades, reflejando su compromiso con la comunidad y su pasión por la inclusión, innovación y la educación.

## **Javier Enrique Murillo Ramos**

Egresado de la carrera de Ingeniería en Ciencias de la Computación de la Universidad Politécnica Salesiana. Siempre destacó por su interés en la tecnología y la investigación. Durante su carrera universitaria formó parte del grupo TICAD y GASOL donde participó en varias actividades de vinculación e investigación. Tiene una gran pasión por la programación y la tecnología. En su tiempo libre disfruta desarrollando aplicaciones e investigando las nuevas tecnologías que se presentan en el mercado tecnológico.

### **Edison Malán Gusñay**

Egresado de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Entre sus aficiones se encuentran la administración de empresas y la tecnología, inclinándose por la utilización de esta última en el servicio a la comunidad. Colaboró con el grupo de asociacionismo salesiano GASOL en temas de inclusión educativa y formó parte del Grupo de Innovación Educativa GIE IDI.

### **Kevin Luna Fuentes**

Formó parte del Grupo de Innovación Educativa GIE IDI; colaboró en el desarrollo de aplicaciones orientadas al proceso educativo. Destacó por su interés en la tecnología y la investigación. Entre sus intereses se encuentran la programación y la tecnología. En su tiempo libre se dedica a la investigación de las nuevas tecnologías que se presentan en el campo de la inteligencia artificial.

### **Hilda Carvajal Peñaherrera**

Graduada de la carrera de Ingeniería de Sistemas. Su especial interés es la tecnología y la inclusión de personas con discapacidad. Durante su carrera universitaria formó parte del grupo de investigación TICAD. Trabaja como auditora y combina esas dos pasiones, la auditoría y la tecnología.

### **Bertha Naranjo Sánchez**

Docente de la carrera de Ingeniería en Computación. Coordinadora de la Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la inclusión educativa sede Guayaquil. Directora del proyecto MEMOTECH. Animadora de los grupos de asociacionismo salesiano GASOL y ASDI. Creadora del semillero del grupo de investigación TICAD al que pertenecen estudiantes de la carrera de Ingeniería de Sistemas y Computación. Es integrante del Grupo de Innovación Educativa GIE IDI y dentro de las líneas de investigación le apasiona el desarrollo de productos y la creación de recursos de innovación e inclusión educativa.

