

*Bertha Naranjo Sánchez (Coordinadora)*

# Estudiantes universitarios por la inclusión



Universidad Politécnica Salesiana



## Carrera de Ingeniería en Computación

Grupo de investigación TICAD

Cátedra UNESCO

Tecnologías de apoyo para la inclusión

La inclusión educativa es un derecho fundamental de todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o condiciones individuales. En este contexto, la tecnología puede desempeñar un papel fundamental para garantizar la equidad educativa y la participación de todos los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este libro, creado por investigadores de TICAD y exalumnos de la Universidad Politécnica Salesiana en Guayaquil, explora las contribuciones clave de las TIC a la inclusión educativa. Mediante revisión bibliográfica y casos prácticos, aborda temas como apoyar a estudiantes con discapacidad, herramientas tecnológicas, prácticas educativas y estándares de TI. Este trabajo es una valiosa herramienta para estudiantes, docentes, investigadores y profesionales interesados en la inclusión educativa a través de la tecnología.



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura



Cátedra UNESCO  
Tecnologías de apoyo para  
la Inclusión Educativa



30  
ANIVERSARIO



ABAYA YALA | UPS



ISBN 978-9976-30-851-2



9 789978 108512

*Bertha Naranjo Sánchez (Coordinadora)*

# **Estudiantes universitarios por la inclusión**



ABYA YALA | **UPS**

2023

## **Estudiantes universitarios por la inclusión**

© *Bertha Naranjo Sánchez (Coordinadora)*

© *Autores: Miguel Palacios Guzmán / Gabriela Lucas Franco / Manuel López Castillo / Wladimir Velasco Galeas / Samuel Vinuesa Briones / Juan Carlos Arias / Bertha Naranjo Sánchez*

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  
Grupo de investigación TICAD  
Catedra UNESCO  
Tecnologías de apoyo para la inclusión

Foto de portada:

Shutterstock

ISBN UPS:

978-9978-10-851-2

ISBN Digital:

978-9978-10-852-9

Diseño, diagramación  
e impresión:

Editorial Universitaria Abya-Yala  
Quito-Ecuador

Tiraje:

300 ejemplares

DOI:

<https://doi.org/10.17163/abyaups.26>

Impreso en Quito-Ecuador, septiembre de 2023

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

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



# Índice

---

<b>Prólogo .....</b>	<b>7</b>
Nelson Lennin Mejía Pincay	
<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
Bertha Alice Naranjo Sánchez	
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Estudio de caso: prototipado de prótesis en 3D para extremidad superior .....</b>	<b>13</b>
Miguel Palacios Guzmán / Bertha Naranjo Sánchez	
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Análisis del sistema SIPADI en el aprendizaje de niños con discapacidad intelectual.....</b>	<b>37</b>
Gabriela Lucas Franco / Bertha Naranjo Sánchez	
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>Integración de herramientas accesibles para fortalecer el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual.....</b>	<b>53</b>
Manuel López Castillo / Wladimir Velasco Galeas	
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>Herramientas de apoyo docente para el aula virtual .....</b>	<b>81</b>
Samuel Vinueza Briones / Bertha Naranjo Sánchez	

**CAPÍTULO V**

**Herramientas de aprendizaje inclusivo:  
apoyo en la clase virtual de personas  
con discapacidad auditiva..... 107**

Juan Carlos Arias / Bertha Naranjo Sánchez

**Sobre los autores y las autoras ..... 149**

# Prólogo

---

Nelson Lennin Mejía Pintag  
Universidad Tecnológica ECOTEC

Según el Informe Mundial sobre la Juventud (2020), existen 1200 millones de jóvenes entre 15 y 24 años, lo que representa el 16 % de la población mundial.

La juventud si bien es un grupo prioritario para la UNESCO también lo es para cada país, son la fuerza viva, pues constituyen la fuente de nuevas ideas y los que lograrán la aplicación de nuevas estrategias en el campo profesional para hacer una sociedad más justa, equitativa e inclusiva para todos. Es menester resaltar y reconocer que en ellos se debe fomentar el desarrollo de la creatividad, la innovación y la capacidad para analizar situaciones actuales que permitan cambiar el mundo. En los jóvenes reside esa fuerza y energía por lo que su liderazgo, empoderamiento de su rol de generación de cambio en la sociedad y entereza en la ejecución de proyectos o en la participación de los mismos, es imprescindible, para la equidad social y la construcción de paz contribuyendo al desarrollo sostenible de la sociedad.

Desarrollar las capacidades de los jóvenes así como fomentar la producción de conocimiento desde tempranas edades se puede lograr involucrándolos activa y significativamente en los procesos de investigación.

Los jóvenes encarnan la esperanza de días mejores, con propuestas innovadoras y creativas, por ello es importante que sus lo-

gros y esfuerzos puedan plasmarse en un libro que recoja propuestas desafiantes así como análisis en los que la inclusión educativa de todos o el desarrollar tecnologías les hagan ser parte de soluciones para la sociedad.

Los estudiantes de hoy serán los profesionales del mañana y de seguro quedarán sembrados en ellos la pasión por investigar y dar soluciones a problemas reales con creatividad e innovación, capacidad de resolver problemas, competencias profesionales e investigativas que solo se adquieren en la Universidad y a través de la participación activa en proyectos y grupos de investigación.

Con este libro, los lectores, en especial docentes y estudiantes, podrán enriquecer su conocimiento en aspectos relacionados al desarrollo y uso de tecnologías emergentes como 3D, control de calidad, innovación educativa, estrategias y tecnologías para favorecer la inclusión de personas con discapacidad, así como fortalecer la implementación de cambios en la ejecución del proceso educativo inclusivo de niños, jóvenes y adultos que demanden adaptaciones generales o personalizadas.



# Introducción

---

Bertha Alice Naranjo Sánchez  
Universidad Politécnica Salesiana

Se debe visibilizar el trabajo de los universitarios que forman parte no solo de un proyecto, sino de algunos proyectos de investigación en la Universidad Politécnica Salesiana. Uno de los medios para la difusión del trabajo y los aportes que integran academia, vinculación e investigación, puede ser un libro, ya que de esta manera se puede visibilizar el trabajo realizado por *jóvenes investigadores* en temas como la inclusión educativa, social y laboral de personas con discapacidad.

Este libro pretende despertar en más jóvenes su involucramiento y decantación por la investigación científica, a través de su participación en grupos y proyectos de investigación o simplemente animarlos a escribir acorde a las líneas de investigación que mantiene la Universidad Politécnica Salesiana.

La implicación personal de tutores, así como el trabajo continuo y la motivación del alumnado, para participar en estos procesos, hace que con el transcurrir de los años se avance en el fortalecimiento de la investigación y en el aumento de la participación de jóvenes en el proceso, de forma que en el futuro se tengan altos y mejores índices de calidad en la investigación respecto a la participación de los/las estudiantes.

De esta forma, no solo se logra un aporte en materia de investigación para la sociedad, sino que se establecen sinergias importan-

tes para que los universitarios puedan forjar con calidad su desarrollo académico, investigativo, profesional y personal.

Motivar la implicación e intervención de jóvenes en el uso de sus conocimientos para ponerlos al servicio de la sociedad es deber de todo docente salesiano porque contribuye a alcanzar la misión de la Universidad “Formar buenos cristianos y honrados ciudadanos”, ese precepto hace que este libro además de cubrir aspectos académicos e investigativos permita incidir en la trascendencia del ser humano al encuentro con el otro para aportar soluciones significativas.

Cada estudiante presenta un aporte en líneas de investigación de la Universidad y contó para el efecto con el apoyo de un docente y un tutor de apoyo.

El capítulo 1 describe el desarrollo del prototipado de una prótesis en 3D para extremidad superior, a través de un estudio de caso, en el que se precisan elementos técnicos y de uso, así como la evaluación del producto desde la perspectiva del usuario.

El capítulo 2 evalúa la calidad de un software desarrollado para incluir a estudiantes con discapacidad intelectual en el proceso educativo, este artículo presenta con base en métricas y estándares de calidad de la ISO (Organización de estándares internacionales) oportunidades de mejora del software educativo.

En el capítulo 3, los autores presentan una propuesta de integración de herramientas accesibles para fortalecer el proceso de aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual; de forma sencilla, a través de un diagrama y un flujo de proceso se narra la propuesta establecida y se evalúa su implementación en un periodo académico.

El capítulo 4 presenta herramientas de apoyo docente para el aula virtual, teniendo en cuenta que esta alternativa de educación en casos de emergencia debe plantear una serie de herramientas y TIC para hacer del proceso educativo un entorno adecuado y accesible para todos.

El capítulo 5 trata aspectos de inclusión de personas con discapacidad auditiva y se listan tecnologías útiles para el proceso educativo inclusivo. Plantea aspectos a considerar para fortalecer la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje y a través de un estudio de las herramientas de aprendizaje inclusivo para apoyo en la clase virtual de las personas con discapacidad auditiva, precisan algunas herramientas que pueden ser utilizadas por docentes y estudiantes.

Este libro nos invita a comprometernos en generar cambios a través de la tecnología y el conocimiento para contribuir significativamente a desarrollar de forma efectiva la inclusión de todos.

CAPÍTULO I

# Estudio de caso: prototipado de prótesis en 3D para extremidad superior

---

Miguel Palacios Guzmán  
Bertha Naranjo Sánchez

## **Introducción**

En el Ecuador existió en 2018, una población de 453 956 personas con diversos tipos de discapacidades (CONADIS, 2018), entre ellas la discapacidad física que es la que tiene mayor prevalencia debido a diversas causas, las cuales deben ser analizadas para poder reducir el incremento que se visibiliza en las estadísticas presentadas por el organismo de control del país.

Las necesidades de las personas con discapacidad física en el Ecuador son en gran medida necesidades no cubiertas, en especial en el caso de prótesis que ayuden a mejorar la interacción diaria de la persona que no posee una extremidad superior o inferior.

La tabla 1 muestra que el 46,70 % de la población con discapacidades corresponde a la discapacidad física. Las personas que presentan este tipo de discapacidad podrían mejorar su calidad de vida con una silla de ruedas o con una prótesis pero estos recursos tienen un costo alto por lo cual no pueden ser adquiridos regularmente lo que obliga

a los pacientes a interactuar con las instituciones sanitarias e iniciar un proceso para poder ser considerado en la entrega de una prótesis.

**Tabla 1**

*Número de habitantes en Ecuador por tipo de discapacidad*

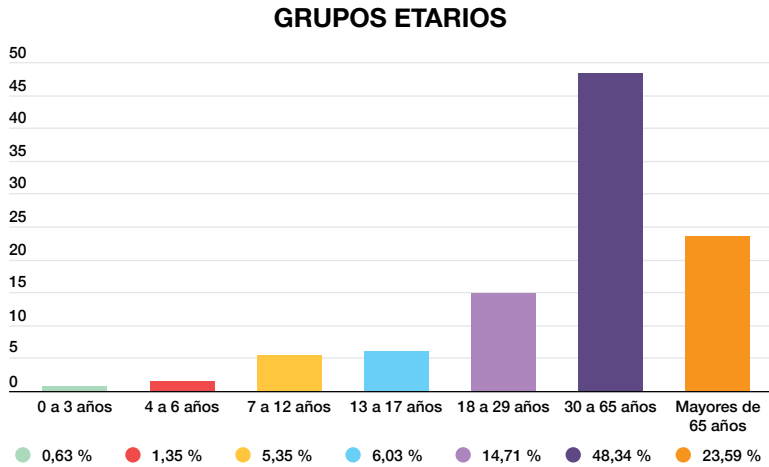
<b>Tipo de discapacidad</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Porcentaje</b>
Física	211 997	46,70 %
Intelectual	101 505	22,36 %
Auditiva	64 098	14,12 %
Visual	53 794	11,85 %
Psicosocial	22 562	4,97 %

*Nota.* Elaborado por autor. Ministerio de Salud Pública. Diciembre 2018.

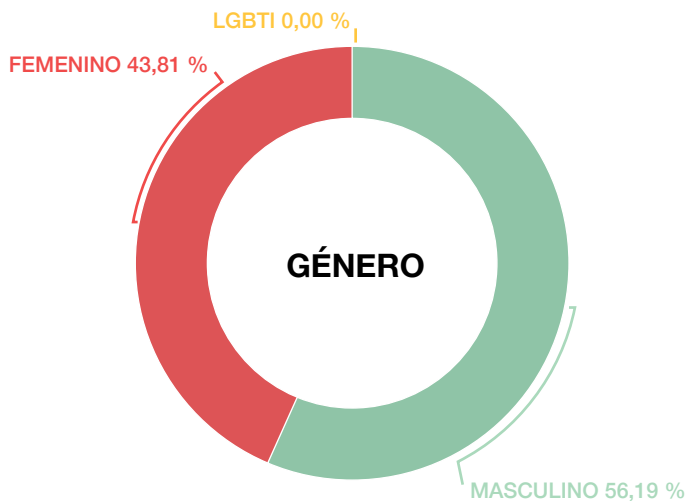
Los grupos etarios y el género de personas con discapacidad se observa en la figura 1 y 2. Esta información precisa que el género masculino es el que se ve más afectado con discapacidades y que el mayor porcentaje de discapacidad se encuentra comprendido en el rango de 30 a 65 años, en la edad productiva, lo que afecta la calidad de vida de las personas con discapacidad, algunas de ellas son quienes llevan el sustento a sus familias, por lo que esta afectación también incide en sus familias.

Por Ley, la Constitución de la República del Ecuador, establece que:

El Estado garantizará políticas de prevención de las discapacidades y, de manera conjunta con la sociedad y la familia, procurará la equiparación de oportunidades para las personas con discapacidad y su integración social, y se les reconoce el derecho a una educación que desarrolle sus potencialidades y habilidades para su integración y participación en igualdad de condiciones. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, art. 47, p. 25)

**Figura 1***Grupos etarios de personas con discapacidad*

Nota. Elaborado por autor. Ministerio de Salud Pública. Diciembre 2018.

**Figura 2***Discapacidad por género*

Nota. Elaborado por autor. Ministerio de Salud Pública. Diciembre 2018.

Esta normativa motiva a las universidades y grupos de investigación a aportar en estos temas de forma significativa.

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una prótesis de extremidad superior con tecnología 3D, si bien esta tecnología no es nueva ya que se utiliza en países desarrollados, se pretende explorar el desarrollo a medida (Ballarino, 2014) que en países en vías de desarrollo no se usa con frecuencia y que además no es la tecnología que las instituciones sanitarias utilizan para proveer soluciones a las personas que la requieren.

Las prótesis 3D son una opción económica (O'Neill, 2014) y favorecen el equilibrio estético a la persona que la use al mismo tiempo que brinda ciertas facilidades de autonomía que mejorarán la autoestima del paciente, lo cual sería de gran utilidad si favorecer la integración del individuo en su entorno social, familiar y laboral.

Este trabajo analiza el proceso que implica el desarrollo de una prótesis de extremidad superior desarrollada a medida elaborada en tecnología 3D para un caso específico. Consideramos que con este trabajo se puede ampliar las oportunidades de entregar prótesis a las personas con discapacidad en menor tiempo y a bajo costo, a la medida de cada paciente, atendiendo sus necesidades particulares, así muchas personas más se podrán beneficiar de prótesis y mejorar su autoestima y calidad de vida.

## **Marco teórico**

### *Impresión 3D*

La impresión 3D forma parte de la industria 4.0 (Ramírez, 2021) y es una de las tecnologías disruptivas vigentes hoy en día, de gran aplicación (Campbell *et al.*, 2011), se usa en diversos campos del saber y ramas de ingeniería entre ellas en la educación (Naranjo *et al.*, 2020), medicina (Ten Kate *et al.*, 2017), biomedicina (Murphy y Atala, 2014), arquitectura, entre otras ramas del saber, sus usos y aplicaciones se incrementarán en el futuro (Miller, 2018).

La impresión 3D permite crear piezas en un solo paso, capa por capa (Ten Kate *et al.*, 2017). El objeto creado puede constar de mecanismos internos como rodamientos, formas tejidas y entrelazadas, incluso huecos y curvas, puede integrar componentes electrónicos combinando también implementos médicos.

Con el diseño de prototipos partiendo de un modelo se logra la combinación perfecta para el desarrollo de la creatividad e ingenio. “La creación de un modelo no es sino la representación digital de lo que vamos a imprimir mediante algún software de modelado” (Ortiz Chimbo *et al.*, 2016, p. 4). Para construir modelos existen diversas técnicas, una de ellas es el prototipado, el cual comprende un conjunto de tecnologías que permiten la construcción de objetos sólidos, en diversos materiales.

La creación rápida de prototipos es una excelente manera de comprobar la funcionalidad, las dimensiones y las características de armado de los diseños que el usuario desee y que en la actualidad con la tecnología 3D se puede plasmar en realidad, si bien demanda el conocimiento de herramientas específicas y técnicos con experiencia en el manejo básico de la tecnología de diseño e impresión en 3D.

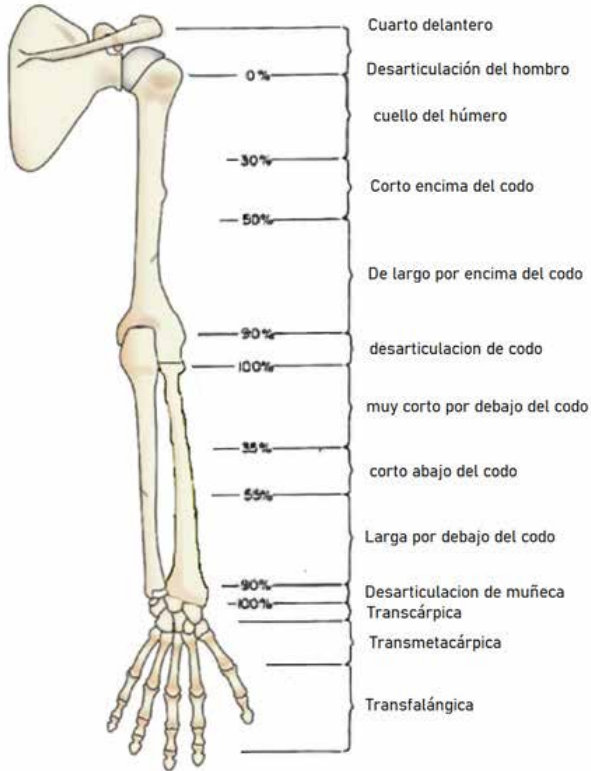
### *Prótesis*

Las amputaciones en muchos casos son necesarias para garantizar la vida de las personas, producto de algún accidente o siniestro pero esta situación genera dificultades para el ser humano que debe aprender a vivir con la pérdida de un miembro del cuerpo. Toda respuesta a la amputación (Dillingham, 2002) es altamente variable, depende del individuo y además de factores como la edad; las actividades que realizaba previamente, el estado emocional y nivel de desarrollo del paciente. Las amputaciones de miembro superior toman diversas denominaciones por su ubicación, como se observa en la figura 3. Estas a su vez pueden dar origen a las prótesis como una alternativa para retomar la autonomía y funcionalidad del paciente.



### Figura 3

Nombre y ubicaciones de amputación de miembro superior



Una prótesis de brazo es un elemento artificial que se adapta a una parte del cuerpo con el objetivo de reemplazar la extremidad superior perdida. El objetivo de la prótesis es suministrar alguna funcionalidad que le permita a la persona afectada cierto nivel de autonomía.

Una prótesis de brazo tiene entre sus componentes los siguientes: el encaje, el arnés, el codo, la muñeca y los terminales (mano). El encaje está en contacto con el cuerpo, es el componente que se adhiere al muñón, el arnés es el sujetador de la prótesis, el cual puede ayudar a sobrellevar el peso de la prótesis, la muñeca que permite la conexión de

terminales, los terminales que ejecutan el accionar de la mano. Existen tres tipos de terminales: manos, ganchos y terminales especializados. Las manos pueden ser pasivas o funcionales, los ganchos contribuyen a dar funcionalidad a la prótesis mientras que los terminales especializados pueden variar acorde al tipo de funcionalidad que se requiere brindar o que requiera el paciente (Bahari *et al.*, 2012).

Actualmente existen diversos tipos de prótesis en nuestro país que no brindan comodidad, efectividad en su utilidad ni son económicas. Muchas tienden a ser muy notorias como las de gancho, lo que origina baja autoestima en las personas que usan estos miembros artificiales pues su presencia es evidente. La tabla 2 muestra algunas de las prótesis mencionadas.

Tabla 2

*Tipos de prótesis existentes en el mercado ecuatoriano en el sector hospitalario*

Tipo de prótesis	Aspectos funcionales básicos
Estéticas	Esta prótesis está compuesta por un brazo interior y un guante cosmético. Son ideales para usuarios que priorizan la apariencia, solo realiza movimientos simples y posicionales, facilita la rehabilitación del paciente y mejora el modo de andar y la postura.
Mecánicas	Permite la función de agarre, sistemas de apertura y cierre del terminal mediante el uso de cables y cintas. Se controlan las funciones de la mano a través del hombro y del muñón. El terminal de una prótesis mecánica puede consistir en una mano o en otros sistemas como ganchos de trabajo o de precisión.

Como se muestra en la tabla 2 existen diversos tipos de prótesis de brazo que se diferencian principalmente por las funciones que realizan, pero para la selección de un tipo u otro deben tenerse en cuenta los requisitos del usuario.

Los resultados de funcionalidad de la prótesis y el proceso largo de adaptabilidad en algunos casos crean inconformidad en los pacientes que las usan lo que deriva en el abandono de la prótesis por parte del paciente, en especial las de acrílico o las de gancho.

En (Ten Kate *et al.*, 2017) se encontraron 58 dispositivos detallados en artículos de Scopus, Web of Science y sitios web relacionados a impresión 3D, en los que se evidencia el interés de la comunidad científica en este tema, así 18 de ellos corresponden a diseño e impresión de mano en 3D, 37 para antebrazo, y tres para brazo en los que se describen algunos de los diferentes materiales que incluyen estas prótesis, entre ellos actuadores (Andrianesis y Tzes, 2014), hasta una prótesis transhumeral en (Gretsch *et al.*, 2015), pero con poca información objetiva (Dote *et al.*, 2020), que permita conocer si realmente otorgan respuesta a las necesidades y/o expectativas expresadas por los usuarios respecto a su funcionalidad.

Revisando la literatura científica se ha encontrado que la tecnología más usada para imprimir prótesis en 3D es FDM (Tecnología de modelado de deposición fusión) (Hsiang Loh y Pei, 2018). Esta tecnología se basa en la fundición de un filamento de material termoplástico, su deposición y endurecimiento por capas para formar piezas desde una base (Mizar, 2016). Al igual que la estereolitografía, a veces, se necesitan apoyos para la sujeción de las piezas.

Con FDM fueron realizados 46 de los dispositivos citados en Ten Kate *et al.* (2017), la mayoría de ellos utilizaron el PLA conocido como “ácido láctico” o “poliácido láctico” material ecológico que tiene como materia prima el maíz.

Se ha impreso en 3D una amplia gama de diversas prótesis, de las cuales la mayoría son utilizadas por niños (Ten Kate *et al.*, 2017). Falta evidencia con respecto a la aceptación, funcionalidad y durabilidad del usuario de las prótesis impresas en 3D, aunque en algunos trabajos previos como el de (Díaz Montealegre, 2016) se precisa que contribuyen a la mejora de la calidad de vida

En este artículo se indaga en las oportunidades y avances de la ingeniería (Doubrovski *et al.*, 2011) con el uso de las TIC adaptativas y disruptivas, se trabajan aspectos de diseño, modelamiento y prototipado en tecnologías 3D con especial interés en la creación de una prótesis funcional (Wood, 2014) a medida.

## Metodología

Para el desarrollo de la prótesis se trabajó desde el enfoque médico con el acompañamiento en la gestión de la prótesis temporal estética hasta el proceso de elaboración de la prótesis 3D con base en los criterios médicos previos. Se aplicó la metodología de desarrollo para productos 3D propuesta en (Naranjo *et al.*, 2020) adaptada para una prótesis funcional con aspectos biomédicos y se acondicionó la parte electrónica con un riguroso esquema científico de prueba y error, hasta perfeccionar el modelo.

Las etapas del proceso para la entrega de prótesis provisional estética canalizado con el hospital fue:

- Diagnóstico
- Evaluación del paciente
- Entrega de prótesis provisional
- Terapias de acoplamiento
- Determinar nivel de funcionalidad

Las principales actividades establecidas dentro del proceso establecido para el desarrollo de una prótesis con tecnología 3D fueron:

- Analizar las necesidades del usuario.
- Determinar el tipo de prótesis en función de los requerimientos del usuario.
- Establecer la Antropometría del usuario.
- Determinar los materiales a usar.
- Determinación del hardware, software y componentes electrónicos a usar.
- Pruebas de materiales.
- Modelado y Diseño del prototipo en 3D.
- Realizar Impresión en 3D.
- Ajustes de calidad de cada componente.
- Ensamblar el prototipo.
- Implementación placa mioeléctrica.

- Integración de prótesis.
- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Acoplar prototipo al paciente.
- Pruebas físicas de la prótesis con interacción del paciente.
- Realizar ajustes.
- Pruebas finales de aceptación del prototipo con el paciente.
- Determinar nivel de funcionalidad inicial.
- Terapias de acoplamiento.
- Evaluar adaptación del paciente al prototipo.
- Determinar nivel de funcionalidad final (después de un mes de uso del prototipo).

## **Resultados**

El caso que se describe en este artículo corresponde a un adulto de género masculino de 36 años de edad que reside en Bahía de Caráquez en la provincia de Manabí-Ecuador, el cual no cuenta con todas sus extremidades superiores desde 2015 (cinco años sin prótesis) en virtud de que por un accidente laboral recibió alto voltaje en su cuerpo que mermó sus miembros y puso en peligro su vida, luego de algún tiempo retomó sus actividades una vez que cicatrizaron las heridas, cuenta solo con dos muñones que parten del hueso de la clavícula. Ha venido solicitando atención en instituciones sanitarias y por más de cinco años tuvo que esperar la entrega de una prótesis.

Al conocer de esta situación, el grupo de investigación TICAD (Tecnologías de Información y Comunicación asociados a discapacidad) se planteó la necesidad de contribuir de forma significativa y se incursionó con mayor profundidad en la tecnología 3D, con el objetivo de generar una de las dos prótesis que necesitaba el paciente para poder lograr un mejor desempeño en el transcurrir de su vida, proceso que se inició en 2018.

Como se describió en la metodología, para la elaboración de la prótesis se canalizaron dos etapas una de la prótesis provisional entregada por el Ministerio de Salud, para ello se siguió el procedi-

miento establecido por la institución que requirió algunas citas médicas hasta su entrega final desde el diagnóstico con el traumatólogo y una serie de evaluaciones del paciente con otros médicos y el terapeuta, posteriormente hubo un tiempo destinado a toma de medidas en yeso para el diseño de la prótesis estética hasta que finalmente se hizo la entrega, todo este proceso duró un año.

Posteriormente se inició el trabajo del prototipado de la prótesis de la extremidad superior en 3D a través de la aprobación de un proyecto de investigación relacionado para el efecto. En dicho proyecto se aplicó la metodología establecida hasta la fase 18 por cuanto por temas de pandemia no se pudieron continuar las demás etapas. En esta sección se describe cada una de las etapas desarrolladas.

### *Analizar las necesidades del usuario*

Esta etapa comprende trabajar con el paciente para obtener información respecto al uso que le dará a la prótesis. La situación particular de este proyecto aborda el caso de un adulto que ha utilizado una prótesis estética con movilidad de dos dedos y desea desarrollar una prótesis con un grado mayor de utilidad. Se han reunido los siguientes requerimientos con base en las necesidades del usuario: articulación del codo, mano útil que permita la función de agarrar para una mayor utilidad de la prótesis, cómoda, que no degeneren en molestias al usuario, manejabilidad. El uso de la prótesis debe ser sencillo para la persona que asiste al usuario, de estética específica que permita al usuario proyectar una imagen robotizada para poder obtener un ingreso económico de ella, de bajo costo, que facilite su mantenimiento y reemplazo en caso de que sea necesario por su degradación o ajustes por variaciones normales, además debe ser amigable con el medio ambiente y no debe generar contaminación en su elaboración o en su degradación (tabla 3).

Tabla 3

*Requerimientos del paciente*

Nº	Requerimientos	Prioridad
1	Rápido montaje y desmontaje.	1
2	Agarre cilíndrico, estable y preciso.	2
3	Fácil alineación con los objetos al momento de sostenerlos.	2
4	Apertura y cierre de la mano.	1
5	Diferentes orientaciones para agarrar objetos.	3
6	Precisión al agarrar objetos.	1
7	Durabilidad.	1
8	Aspecto robótico.	1
9	Rápida liberación de los objetos sostenidos.	1
10	Gadgets o piezas intercambiables.	3
11	Peso no superior a los 400 kg.	1
12	Fácil Mantenimiento.	1
13	Apariencia llamativa.	2
14	No dañar un objeto por sobrepresión.	3
15	Biodegradable.	1
16	Colores oscuros pero llamativos para preservar su mantenimiento.	1

El modelo de prótesis de mano tiene que cumplir algunos movimientos básicos que realiza una mano humana, como prioridad se encuentra el agarre y la fuerza con la que sostiene los objetos, es decir los movimientos de abertura y cierre de la mano. Los elementos de prioridad 1 de la tabla 3 deben ser incluidas en el diseño.

La prótesis de mano reemplazará la mano izquierda del paciente, constará de cinco dedos y deberá facilitar las actividades de uso cotidiano que el usuario.

### *Determinación del tipo de prótesis en función al usuario*

En función de los criterios establecidos y luego de la evaluación realizada se opta por el desarrollo de una prótesis mioeléctrica que lea las corrientes eléctricas que envían las contracciones musculares mediante sensores, y que permiten que el paciente tenga una mayor movilidad y precisión en los movimientos, su uso requiere de un periodo de entrenamiento en el que un técnico ajusta la sensibilidad de los sensores y el paciente desarrolla sus habilidades.

La prótesis deberá ser desarrollada con la tecnología 3D con base en un prototipo que pueda ser mejorado en el tiempo y que demanda un proceso de adaptación específico.

### *Antropometría del usuario*

Al tratarse de un diseño personalizado para un usuario concreto se ha realizado un estudio antropométrico del brazo de la persona que va a llevar la prótesis (ISO 7250-1, 2017). Las medidas se han tomado en cumplimiento de la norma ISO 7250-1, en virtud de que no se dispone de medidas referenciales ya que el paciente no cuenta con los dos brazos. Se utilizó un instrumento de medida alternativo como la cinta métrica y el calibre para tomar lecturas del muñón. Estudios previos sobre diseño de la mano son considerados (Groenewegen, 2014; Laliberte *et al.*, 2010; Simone *et al.*, 2015).

### *Determinación de los materiales a usar*

De acuerdo con las investigaciones previas se determina que el material que se usará en el desarrollo de la prótesis es el PLA, componentes electrónicos y correas.

### *Determinación del hardware y software 3D a usar*

En esta fase se determinó el hardware y software necesario a utilizar tanto para el diseño como para la impresión, reparación del modelo y mejora de la calidad del producto.



Entre las herramientas de software utilizadas para el diseño fueron Blender que es una herramienta destinada al modelado 3D que incluye las tecnologías más usadas en el diseño 3D como son: mallas, textos, meta-objetos, curvas, superficies y modelado escultórico así como AUTOCAD y Simplify 3D que permite personalizar la impresión para obtener los resultados óptimos que se desean controlando el porcentaje de calidad requerido, controlando los parámetros de impresión con multitud de opciones configurables.

### *Pruebas de materiales*

Se debe realizar las pruebas para identificar parámetros de tensión, flexión, resistencia y demás a fin de garantizar que el producto cumple con las funcionalidades requeridas.

Se imprimen probetas que ayudan a determinar si el material soportará las tensiones establecidas. Con las pruebas satisfactorias se procede a generar el modelo.

### *Modelado y diseño del prototipo en 3D*

La fase inicial de trabajo fue el modelado y diseño de los componentes de la prótesis para lo cual se utilizaron Blender y Solidworks; sin embargo, se analizaron algunos modelos existentes de los cuales se determinó el reúso de algunas partes.

### *Realizar impresión en 3D*

Para la impresión se trabajó con la tecnología FDM PLA y las impresoras ROCKSTOCK y ENDER, disponibles en UPS y en el Fablab NAPO, con esos recursos se pudo generar cada uno de los componentes de la prótesis.

### *Ajustes de calidad de cada componente*

Se realizaron ajustes que permitieron luego de dos impresiones seleccionar el mejor producto para continuar con el ensamblaje establecido.

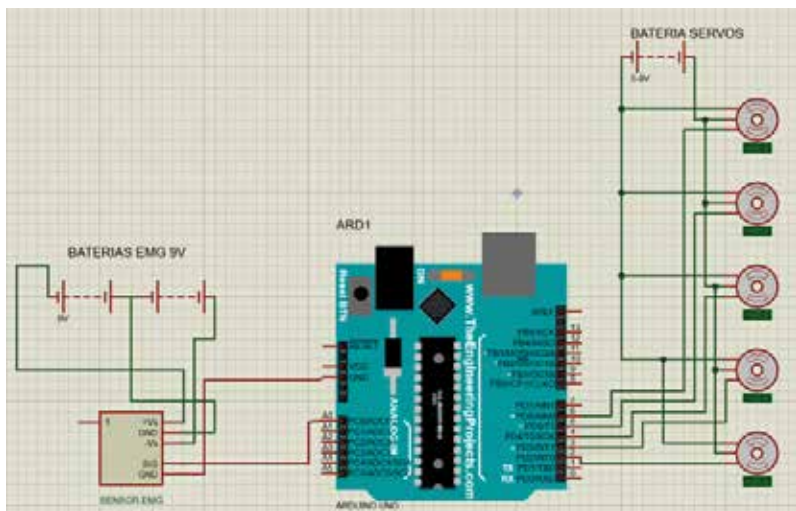
### *Ensamblar el prototipo*

En esta fase se integran todas las partes desarrolladas en secciones independientes y se realizan ajustes de forma en las partes impresas para la integración en el producto.

### *Implementación de placa mioeléctrica*

**Figura 4**

*Diseño electrónico de la placa usada en la prótesis mioeléctrica*



En esta etapa se integran los componentes electrónicos y circuitería que nos ayudarán a desarrollar una prótesis funcional mioeléctrica, que garantizará el movimiento de los dedos (Lee *et al.*, 2017), logrando hacer uso de las señales EMG (Electromiografía) en el código

generado usando arduino (figura 4), “que serán convertidas finalmente en los movimientos de la mano de la cual carece el paciente” (Silva *et al.*, 2011, p. 6).

Detrás de todo esta programación en arduino se encuentra la transformada de Fourier que permite reproducir los movimientos de la mano, los cuales son generados por medio de los impulsos electroquímicos (Romo *et al.*, 2007).

### Figura 5

Código programado en arduino

```
void loop() {
  //Se lee el valor del pin del sensor EMS
  int valor = analogRead(EMS_PIN);
  //Se guardan los valores leídos en un arreglo
  readings[readIndex] = analogRead(EMS_PIN);
  total = total + readings[readIndex];
  readIndex = readIndex + 1;
  //Cuando el arreglo se llena se obtiene el promedio de la medición
  if (readIndex >= numReadings) {
    readIndex = 0;
    average = total / numReadings;
    //Se compara el promedio, con el valor fijo de acción
    if (average >= 100){
      cerrar();
      delay(2000);
    }
    else{
      abrir();
      delay(2000);
    }
    total = 0;
  }
  delay(1);
}

void abrir(){
  //delay(1000);
  myservo.write(40);
  myservo5.write(10);
  myservo2.write(10);
  myservo3.write(10);
  myservo4.write(10);
  delay(1000);
}

void cerrar(){
  myservo.write(0);
  delay(1000);
  myservo5.write(160);
  myservo2.write(160);
  myservo3.write(160);
  myservo4.write(160);
  //delay(5000);
}
```

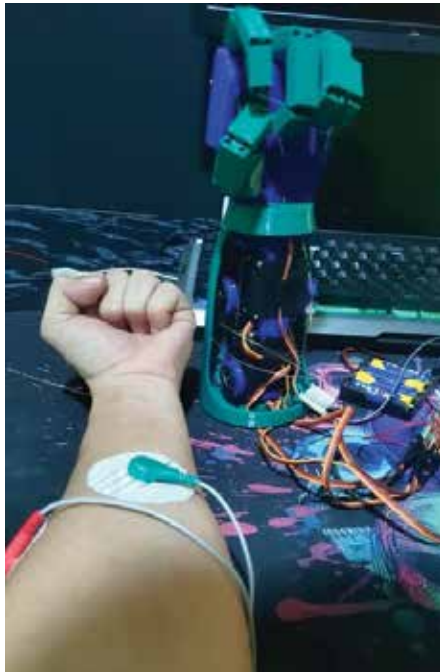
### *Ajuste de calidad del producto integrado*

Se realizan los ajustes pertinentes al código.

### *Realizar pruebas de funcionamiento*

#### Figura 6

*Pruebas de la prótesis*



Con ayuda de la conexión a una portátil se simulan los movimientos y las acciones logrando luego de tres intentos la funcionalidad requerida (figura 6), lo cual fue programado a través del ajuste de los parámetros. Se verifica la funcionalidad establecida:

- La prótesis estará normalmente abierta y se podrá cerrar por medio de la acción muscular del paciente mediante los

electrodos conectados al músculo del antebrazo, los cuales accionarían los servomotores mediante el arduino conectado a la prótesis.

- El prototipo podrá realizar las siguientes funciones como hacer presión o agarrar objetos pequeños con la palma de la mano y las puntas de los dedos, y en agarre cilíndrico debe sostener objetos de un tamaño no mayor a la circunferencia entre la palma y la curvatura de los dedos y hacer presión tipo gancho.

### *Acoplar prototipo al paciente*

Por temas de pandemia fue difícil lograr interactuar con el paciente pero superada las dos etapas de confinamiento se pudo contar con la presencia del mismo en la ciudad. En esta fase el modelo fue acoplado al paciente con las consideraciones médicas necesarias y se registraron los resultados de esta fase.

### *Pruebas físicas de la prótesis con interacción del paciente*

Se realizaron las pruebas que permitieron ajustar aún más los parámetros lo que permitió alcanzar una mayor precisión en la apertura, cierre y agarre de la mano.

### *Realizar ajustes*

Esta fase involucró aspectos de ajustes de lecturas para obtener una mayor precisión y sensibilidad así como mejoras en la estética del prototipo sugeridas por el paciente.

### *Pruebas finales de aceptación del prototipo con el paciente*

Luego de implementado los ajustes, la satisfacción del paciente fue notoria al ver el control que logró alcanzar en el manejo de la prótesis. Este tipo de prótesis tiene la ventaja de que solo requiere

que el usuario flexione sus músculos para operarla, gracias a los sensores de señales mioeléctricas que se colocan en ella. Una prótesis controlada en forma mioeléctrica con una circuitería específicamente diseñada para el efecto (figura 7) también elimina el arnés, como desventaja está el uso de baterías recargables y su reemplazo.

**Figura 7**

*Prótesis mioeléctrica diseñada e impresa en tecnología 3D*



Como aspecto adicional se evaluó el nivel inicial de funcionalidad de la prótesis mioeléctrica desde la perspectiva del usuario cuyos resultados se presentan en la tabla 4, en el que se califica con un puntaje de 1 a 10, donde 10 es la más alta calificación con nivel de muy satisfactorio.

**Tabla 4**

*Resultados evaluación de la prótesis estética vs. la prótesis mioeléctrica*

<b>Criterios</b>	<b>Estética</b>	<b>Mioeléctrica</b>
Cumplimiento de requerimientos	5	10
Funcionalidad	5	8
Estética	8	10
Peso	7	10
Tamaño	10	10
Valoración global	7	9,6

Como se puede observar, el paciente dio una calificación mayor a la prótesis mioeléctrica en contraste con la estética.

## **Conclusiones**

El proyecto alcanzó el objetivo al efectuar el prototipado de una prótesis 3D de la extremidad superior el cual fue desarrollado satisfaciendo las necesidades básicas del paciente que le permiten cierta autonomía para poder apoyar a su familia.

La prótesis mioeléctrica resultó ser una opción adecuada para el paciente quien consideró que le sería de utilidad aunque el tema de la alimentación a través de baterías recargables podría generar un inconveniente, valora más tener el control del movimiento de toda la mano proporcionado por la electrónica presente en la prótesis.

Con la metodología propuesta se espera desarrollar nuevas prótesis para otras personas que lo necesiten pues cada una es un trabajo personal ajustado a las necesidades de cada individuo.

Este trabajo permitió desarrollar una prótesis humana impresa en 3D a bajo costo, con enfoques de efectividad, economía, ergonomía y funcionalidad básica.

En el futuro se piensa canalizar mejoras tanto en la estética como en el suministro de energía, y el uso de circuitos impresos, por ahora se espera que este prototipo permita incidir positivamente en la persona que por 15 años ha desarrollado su vida sin la misma y que aspira a tener una mejor calidad de vida

## **Discusión**

Se han fabricado varias prótesis, pero se han enfocado en la parte técnica, no en la funcionalidad y han obviado fases importantes en el proceso, pues en ocasiones, no se incluyen aspectos ergonómicos de la prótesis, no se enseña al paciente a utilizarla correc-

tamente y no se toman en cuenta las terapias necesarias para poder hacer un uso eficaz de la prótesis.

Este artículo hace especial énfasis en el proceso del desarrollo de un prototipo que satisfaga las necesidades particulares de las personas que las requieren.

En los artículos consultados notamos que no existe relación del trabajo desarrollado con el aporte e interacción de personal médico, focalizándose el trabajo únicamente en el enfoque técnico. Así mismo se pudo evidenciar la falta de documentación del proceso completo para la creación de una prótesis, razón por la cual este artículo propone una metodología integrando aspectos técnicos y médicos.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Politécnica Salesiana en especial al grupo de investigación TICAD por permitirnos participar en el proyecto “Desarrollo de modelo 3D de prótesis humana para extremidad superior”, al Colegio de Médicos del Guayas por el acompañamiento en el campo técnico. Al CAI (Centro de Apoyo para la Inclusión) de la Sede Guayaquil por el apoyo en los materiales y al Fablab NAPO por facilitar la impresión de partes del prototipo en época de pandemia.

## **Referencias bibliográficas**

- Andrianesis, K. y Tzes, A. (2014). Development and control of a multifunctional prosthetic hand with shape memory alloy actuators. *J Intell Robot Syst.*, 78, 257-289.
- Bahari, M. S., Jaffar, A., Low, C. Y., Jaafar, R., Roesse, K. y Yussof, H. (2012). Design and development of a multifingered prosthetic hand. *Int J Soc Robot.* 4, 59-66.
- Ballarino F. (2014). Las impresoras 3D ya se usan en el país para crear prótesis a medida. *Fortuna*, 876, 1-2.
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O. y Garrett B. (2011). *Could 3D printing change the world. Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*. Atlantic Council, Washington, DC, 3.



- CONADIS. Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades. (2018). <https://bit.ly/3sDgIw2>
- Constitución de la República de Ecuador. (2008). Asamblea Nacional Constituyente. Quito. <https://bit.ly/472huCO>
- Díaz Montealegre L. C. (2016). Prótesis electrónicas. Una nueva esperanza para mejorar la calidad de vida de las personas. *Informador técnico*, 80(2), 169-177.
- Dillingham T., Pezzin L., y MacKenzie E. (2002). Limb amputation and limb deficiency: epidemiology and recent trends in the United States. *Southern Medical Journal*, 95(8), 875-83.
- Dote, J., Nahuelhual, P., Cubillos, R., Fuentes, G. y Zuñiga, J. (2020). Funcionalidad de prótesis de mano impresa en 3D en adolescentes con amputación congénita parcial de mano: Una serie de casos. *Revista chilena de pediatría*, 91(3), 410-416. <https://dx.doi.org/10.32641/rchped.v91i3.1415>
- Doubrovski, Z, Verlinden, J. C. y Geraedts, J. M. P. (2011). Optimal design for additive manufacturing: opportunities and challenges. En *ASME 2011 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. American Society of Mechanical Engineers.
- Gretsch, K. F., Lather, H. D., Peddada, K.V., Deeken, C. R., Wall, L. B. y Goldfarb, Ch. (2015). Development of novel 3D-printed robotic prosthetic for transradial amputees. *Prosthet Orthotics Int.* 40(3), 400-403. <https://doi.org/10.1177/0309364615579317>
- Groenewegen, M. W. M. (2014). *Design of a compliant, multi-phalanx underactuated prosthetic finger*. [Master Thesis]. Delft University of Technology.
- Hsiang Loh, G. y Pei, E. (2018) Technological considerations for 4D printing: an overview. En *Progress in Additive Manufacturing*. <https://bit.ly/3Oqflcs>
- ISO 7250-1. (2017). Basic human body measurements for technological design-part 1: body measurement definitions and landmarks. International Organization for Standardization, Geneva.
- Laliberte, T., Baril, M., Guay, F. y Gosselin, C. (2010). Towards the design of a prosthetic underactuated hand. *Mech Sci.*, 1(1),19-26.
- Lee, K. H., Bin, H., Kim, K., Ahn, S. Y., Kim, B. O. y Bok, S. K. (2017). Hand Functions of Myoelectric and 3D-Printed Pressure-Sensored Prosthetics: A Comparative Study. *Annals of rehabilitation medicine*, 41(5), 875-880. <https://doi.org/10.5535/arm.2017.41.5.875>

- Miller, J. (2018). 3D Printing: What's the Hype and Hope About? *Forbes*.  
<https://bit.ly/3Q7MxXv>
- Mizar (2016). "Fabricación aditiva vs. Impresión 3D". <https://bit.ly/3Q8dJpc>
- Murphy, S. y Atala, A. (2014). 3D Bioprinting of tissues and organs. *Nature Biotechnology*, 1, 1-4.
- Naranjo Sánchez, B. A., Banchón Morán, D. J. y Martínez Briones, C. A. (2020). Recursos didácticos 3D para el aprendizaje significativo de estudiantes con discapacidad visual. *Revista Boletín Redipe*, 9(3), 126-143. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i3.938>
- O'Neill, C. (2014). An advanced, low cost prosthetic arm. *SENSORS*, 2014 *IEEE*. New York: IEEE.
- Ortiz Chimbo, K. M., Luna Aveiga, H., Medina Moreira, J. y Soledispa Tumbaco, R. (2016). Los beneficios de las impresoras 3D como herramienta de innovación en la medicina. *Caribeña de Ciencias Sociales*, 11.
- Ramírez, S. (9 de febrero de 2021). ¿Cuál es la importancia de la impresión 3D en la industria 4.0? *3D natives: El sitio web de la impresión 3D*. <https://bit.ly/3O1WN10>
- Silva, C.A., Muñoz, J. E., Garzón, D. A., Landínez, N. S. y Silva, O. (2011). Diseño mecánico y cosmético de una prótesis parcial de mano. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 30(1), 15-41.
- Simone, F., York, A. y Seelecke, S. (2015). Design and fabrication of a three-finger prosthetic hand using SMA muscle wires. En *SPIE Smart Structures and Materials Nondestructive Evaluation and Health Monitoring*. International Society for Optics and Photonics.
- Ten Kate, J., Smit, G. y Breedveld, P. (2017). 3D-printed upper limb prostheses: a review. *Disability and Rehabilitation. Assistive Technology*, 12(3), 300-314. <https://doi.org/10.1080/17483107.2016.1253117>
- Wood, S. (2014). *How to 3D print with Flexible Filament*. <https://bit.ly/3O2XEyn>

## CAPÍTULO II

# **Análisis del sistema SIPADI en el aprendizaje de niños con discapacidad intelectual**

---

Gabriela Lucas Franco  
Bertha Naranjo Sánchez

### **Introducción**

Cuando hablamos de discapacidad intelectual, nos referimos a personas que tienen algunas limitaciones, esto implica que les cuesta más que a los demás aprender, comprender y comunicarse debido a variadas situaciones como problemas al nacer (falta de oxígeno) y problemas de salud (malnutrición extrema) y para ello se clasifican en niveles como ligero o leve, moderado, severo o grave y profundo.

Ecuador cuenta con 12 598 niños y niñas con discapacidad intelectual, 5442 de género femenino que equivale al 43,2 % y 7156 de género masculino que equivale al 56,8 % cuyo rango de edad va desde un mes hasta los 12 años (CONADIS, 2020).

En la enseñanza de niños con discapacidad intelectual, la persona encargada de impartir clases (docente) debe reconocer el grado de déficit de aprendizaje para implementar las estrategias innovadoras ante su alumnado.

## Discapacidad intelectual

El término de discapacidad intelectual se trata de una limitación significativa tanto en el funcionamiento intelectual como en el comportamiento adaptativo. Las principales causas son provocadas por problemas que se presentaron durante el embarazo o en el transcurso del parto, infecciones severas y accidentes. Debido a esto, los niños y niñas con esta discapacidad tienen más dificultades para aprender, pensar y resolver problemas que se presentan en la vida cotidiana. El cerebro de las personas con esta discapacidad puede prever lo que le gusta y lo que no le gusta, el problema que enfrentan es que no pueden comunicar su ambiente de manera concreta (Peña *et al.*, 2018).

La discapacidad intelectual es un término muy amplio que abarca el trastorno del espectro autista, parálisis cerebral, epilepsia, discapacidad de aprendizaje y trastorno por déficit de atención (Gelsomini *et al.*, 2016). En varios estudios internacionales, como en (Rocha *et al.*, 2016) y en (Gelsomini *et al.*, 2016) se señala que el uso de computadoras junto a otras tecnologías tiene grandes ventajas y beneficios en el proceso de adquirir nuevos conocimientos. Dentro de este grupo de personas con discapacidad intelectual se presentan situaciones estresantes, tales como menor coordinación mano/ojo, baja agudeza visual, baja comprensión lectora y aprendizaje lento (Rocha *et al.*, 2016).

Las limitaciones que presentan los niños y niñas con discapacidad intelectual pueden convertirse en una barrera cuando hablamos de educación inclusiva.

## Inclusión educativa

El término de inclusión hace referencia a la integración de personas que son marginadas por diversas circunstancias en la sociedad. La inclusión educativa propone que la educación sea universal y a la vez que se adapte según las necesidades para así eliminar barreras que limitan tanto el aprendizaje como su participación (Bermeo-Zambrano *et al.*, 2020).

La inclusión educativa trata de neutralizar las dificultades de aprendizaje en el alumnado. Para reducir estas limitaciones se hace uso de tecnologías orientada a la educación (Peña *et al.*, 2018).

La inclusión educativa, social y laboral de personas con discapacidad es objeto de estudio en diversas entidades como empresas, escuelas y organizaciones públicas donde se involucra al personal profesional para llevar a cabo el proceso que se desea cumplir (Sheshtakevych *et al.*, 2018).

En algunas instituciones educativas regulares, las autoridades integran en sus aulas de clases a niños y niñas con discapacidad intelectual con el fin de que interactúen entre ellos y así evitar los prejuicios sin antes conocerlos. La verdadera aceptación de la diversidad se desarrolla tanto dentro como fuera del ámbito escolar (Bodycombe, 2017).

El uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) permite incluir en los procesos enseñanza-aprendizaje a un gran número de personas, sin embargo, las personas con discapacidad intelectual aún siguen teniendo inconvenientes para acceder al contenido educativo brindado, por este motivo se ha generado gran interés en el desarrollo de estrategias para la inclusión educativa (Ponce *et al.*, 2019; Giraldo *et al.*, 2016) y en la evaluación de las TIC respecto a la usabilidad y accesibilidad de personas con discapacidad, teniendo como base los estándares internacionales que dan como garantía la calidad del producto software.

### **Norma ISO/IEC 25000: calidad de software**

La ISO (Organización de estándares internacionales) ha desarrollado una gran variedad de estándares orientados a las TIC (Tecnologías de Información y Comunicación) pero la ISO 25000 también denominada SQuaRE (System and Software Quality Requirements and Evaluation) (Cocunubo-Suárez, 2018), es la única familia de normas que permite especificar y medir la usabilidad del software, entre muchas otras características de calidad. La familia de

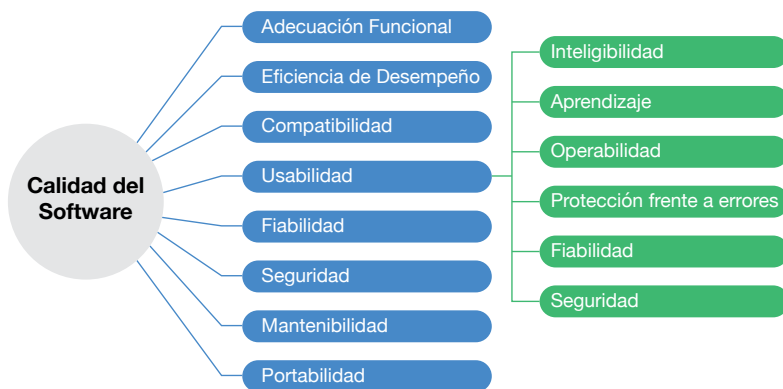
normas ISO 25000 está dirigida a las empresas de software, y es utilizada por muchos autores (Naranjo *et al.*, 2020; Naranjo y González, 2018) para fundamentar su uso.

La norma establece criterios para la especificación de requisitos de calidad de productos software, sus métricas y criterios de evaluación. Incluye un modelo de calidad para unificar las definiciones de calidad de los clientes con los atributos en el proceso de desarrollo. Contiene a su vez métricas internas, externas y de calidad de uso (Morocho y Gómez-Torres, 2019).

Antes de implementar cualquier sistema en una organización se lo debe evaluar con la familia de la norma ISO/IEC 25000 y no se debe esperar únicamente a la implementación sino desde la concepción del desarrollo del software en sí, como lo sugiere el estándar internacional. La norma ISO/IEC 25010 proporciona ocho características funcionales y son: adecuación funcional, eficiencia del rendimiento, compatibilidad, usabilidad, confiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad (Liu *et al.*, 2018).

**Figura 1**

*Modelo de calidad del software ISO 25010 con énfasis en usabilidad*



El objetivo de este artículo es crear un modelo basado en SQuaRE para determinar las características a considerar para la evaluación de un producto software. Las características que se aprecian en la figura 1, ayudan a determinan la calidad de un producto software, siguiendo el estándar ISO 25010 como se explica en (Naranjo y González, 2018).

## Metodología

La metodología a utilizar para el desarrollo del trabajo investigativo es bibliográfica, cuantitativa, transversal y cuasiexperimental. Se utilizará como técnica la encuesta que se desarrollará de forma virtual a un total de nueve personas entre los que se encuentran los docentes que manejan el sistema SIPADI, los alumnos con discapacidad intelectual y sus representantes, a la vez que se procederá a aplicar entrevistas online a los directivos de la Unidad Educativa Nuestra Señora del Carmen de Ricaurte, adicionalmente se realizarán pruebas técnicas por expertos informáticos.

Figura 2

Modelo ISO 25040



Para llevar a cabo la creación del modelo para evaluar la calidad del sistema SIPADI se utilizará la familia ISO 25000 centrandose el campo de acción en la característica usabilidad, sus sub-características, métricas e indicadores. El proceso de evaluación del software sigue la metodología basada en la ISO 25040 (ISO 25000, s. f.), cuyas fases se muestran en la figura 2.

### *Establecer los requisitos de la evaluación*

Los puntos importantes para cumplir con esta fase son los siguientes: a) Establecer objetivos de evaluación: el objetivo de esta evaluación es analizar la usabilidad y determinar el nivel resultante; b) Reconocer e identificar el tipo producto: se reconoce el producto “SIPADI” como el objeto de evaluación de la calidad del producto software.

### *Especificar la evaluación*

En este punto se aplica lo siguiente:

#### DEFINIR MÉTRICAS

Se definen las métricas de cada una de las sub-características de acuerdo con la norma ISO/IEC 25010.

### *Diseñar la evaluación*

Para efectuar esta fase se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

#### **1. Elaborar cronograma**

Se elabora un cronograma de las principales actividades que se debe de cumplir.

#### **2. Determinar roles**

Los roles se dividen en:



- Docente: persona encargada de impartir su conocimiento al estudiante en conjunto con el sistema SIPADI.
- Estudiante: niño/a con discapacidad intelectual en el proceso de aprendizaje con el sistema SIPADI.
- Técnico informático: persona encargada del análisis del sistema.

### 3. Establecer el modelo de calidad

El modelo de calidad que se aplica en la evaluación del sistema SIPADI es el estándar internacional ISO/IEC 25000.

El estándar ISO/IEC 25000 también se ha aplicado en artículos académicos previos como es en el caso de “Comparative Study of the Ebrai and Quick Braille Tools for People with Visual Disabilities” y “Análisis de la usabilidad del sistema web de terapias cognitivas Sanamentics”, y constituye uno de los estándares más usados en Ingeniería de Computación para la creación de modelos de calidad (Naranjo y Gonzalez, 2018; Naranjo *et al.*, 2020).

#### *Ejecutar la evaluación*

Para ejecutar la evaluación del Sistema SIPADI se aplica el modelo diseñado, los instrumentos así como las pruebas técnicas y se determina el puntaje obtenido para cada una de las sub-características de usabilidad así como de sus respectivas métricas e indicadores dando un total de 100 puntos establecidos como puntaje máximo, tal como se visualiza en la tabla 1.

Además, se procede con las encuestas online dirigidas a las personas que hacen uso del sistema SIPADI.

**Tabla 1***Usabilidad: sub-características, métricas y puntaje establecido*

<b>Característica</b>	<b>Sub-características</b>	<b>Métricas</b>	<b>Puntaje establecido</b>
Usabilidad	Inteligibilidad / capacidad de adecuación	Ejecución de procesos	9
		Configuración de opciones	3
		Facilidad de entendimiento	12
		Calidad de los resultados del sistema	6
	Operabilidad / capacidad para ser usado	Facilidad de operación	17,5
		Facilidad de control	7,5
	Aprendizaje	Simplicidad de opciones	12
		Autoayuda	6
		Autodescripción	2
	Estética / interfaz	Interfaz agradable	7,8
		Interacción con usuario	5,2
	Accesibilidad	Colores adecuados	2,8
		Ampliación de texto	2,8
		Acciones mínimas	1,4
	Protección frente a errores / medir errores	Prevención de errores	3,5
		Verificación de entradas válidas	1,5
			<b>Total</b>

### *Concluir la evaluación*

Para concluir la evaluación, se obtienen los resultados de las encuestas, se analizan de los puntajes obtenidos y luego se da a conocer si el sistema SIPADI cumple con la característica usabilidad de acuerdo con las métricas del estándar internacional.

## **Resultados**

La evaluación del Sistema Inclusivo para el Aprendizaje de personas con Discapacidad Intelectual (SIPADI) (figura 3, 4, 5) se lleva a cabo de manera virtual, mediante encuestas online, en las cuales participaron dos docentes y cinco alumnos de la Unidad Educativa Nuestra Señora del Carmen de Ricaurte con la ayuda de sus padres de familia y dos egresados de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana.

**Figura 3**

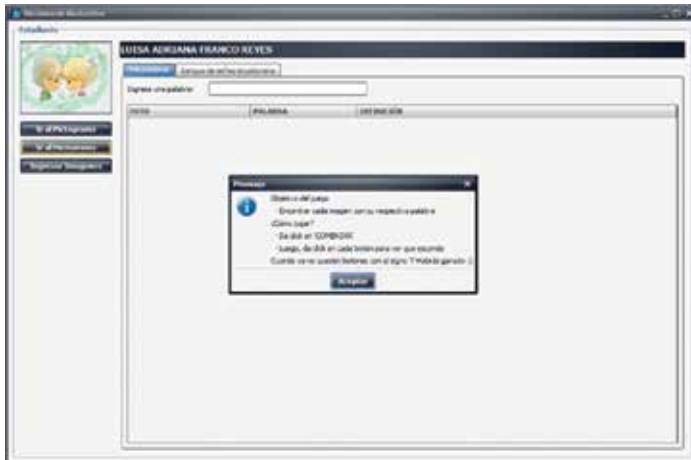
*Sistema SIPADI*



Figura 4

*Frasas del Diccionario Ilustrativo*

Figura 5

*Instrucciones para el juego Memorama*

El puntaje obtenido en la evaluación del Sistema SIPADI es 87,1/100 de nivel de cumplimiento de usabilidad.

A continuación se muestran los resultados de la evaluación, donde se detallan los puntajes obtenidos de cada una de las sub-características con sus respectivas métricas:

**Tabla 2**

*Resultados de la evaluación del sistema SIPADI*

Característica	Sub-características	Métricas	Puntaje obtenido
Usabilidad	Inteligibilidad / capacidad de adecuación	Ejecución de procesos	9
		Configuración de opciones	3
		Facilidad de entendimiento	9,6
		Calidad de los resultados del sistema	6
	Operabilidad / capacidad para ser usado	Facilidad de operación	14
		Facilidad de control	7,5
	Aprendizaje	Simplicidad de opciones	8,4
		Auto-ayuda	4,8
		Auto-descripción	1,6
	Estética / interfaz	Interfaz agradable	7,8
		Interacción con usuario	5,2
	Accesibilidad	Colores adecuados	2,8
		Ampliación de texto	2,8
		Acciones mínimas	1,4
	Protección frente a errores / medir errores	Prevención de errores	2,45
		Verificación de entradas válidas	0,75
	<b>Total</b>		

**Tabla 3**  
*Diferencias entre los puntajes de la evaluación*

Característica	Sub-características	Métricas	Puntaje establecido			Puntaje obtenido			Diferencia (Pe-Po)		
			A	D	T	A	D	T	A	D	T
U S A B I	Inteligibilidad / capacidad de adecuación	Ejecución de procesos	1,8	2,7	4,5	1,8	2,7	4,5	0	0	0
		Configuración de opciones	0	1,5	1,5	0	1,5	1,5	0	0	0
		Facilidad de entendimiento	4,8	3,6	3,6	2,4	3,6	3,6	2,4	0	0
		Calidad de los resultados del sistema	0	2,4	3,6	0	2,4	3,6	0	0	0
L I D	Operabilidad / capacidad para ser usado	Facilidad de operación	7	3,5	7	3,5	3,5	7	3,5	0	0
		Facilidad de control	3	1,5	3	3	1,5	3	0	0	0
A B I	Aprendizaje	Simplicidad de opciones	7,2	2,4	2,4	3,6	2,4	2,4	3,6	0	0
		Autoayuda	2,4	1,8	1,8	1,2	1,8	1,8	1,2	0	0
L I D	Estética / interfaz	Auto-descripción	0,8	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0	0
		Interfaz agradable	3,12	1,56	3,12	3,12	1,56	3,12	0	0	0
A A D	Accesibilidad	Interacción con usuario	0	3,12	2,08	0	3,12	2,08	0	0	0
		Colores adecuados	0	1,68	1,12	0	1,68	1,12	0	0	0
L I D	Protección frente a errores / medir errores	Ampliación de texto	0	1,68	1,12	0	1,68	1,12	0	0	0
		Acciones mínimas	0	0,84	0,56	0	0,84	0,56	0	0	0
		Prevención de errores	1,4	0,7	1,4	0,7	0,35	1,4	0,7	0,35	
		Verificación de entradas válidas	0	0,75	0,75	0	0,375	0,375	0	0,375	
<b>Subtotal</b>			<b>31,52</b>	<b>30,33</b>	<b>38,15</b>	<b>19,72</b>	<b>29,605</b>	<b>37,775</b>	<b>11,8</b>	<b>0,725</b>	<b>0,375</b>
<b>Total</b>			<b>100</b>			<b>87,1</b>			<b>12,9</b>		

*Nota.* En esta tabla, en puntaje establecido como en puntaje obtenido y diferencia se encuentran las siguientes letras que significan lo siguiente: A (Alumno), D (Docente), T (Técnico).

En la tabla 3 se muestran las diferencias entre los puntajes establecidos y puntajes obtenidos de cada una de las sub-características con sus respectivas métricas de la usabilidad del Sistema SIPADI, el resultado de la diferencia es 12,9 puntos como se visualiza a continuación:

## **Discusión**

De acuerdo con la investigación realizada, existen trabajos previos donde también se implementan las normas ISO 25000 para evaluar la calidad del producto software haciendo un análisis entre Ebrai y Quick Braille (Naranjo y Gonzalez, 2018) y en el de Naranjo *et al.* (2020) para analizar la usabilidad del Sistema SANAMENTICS.

Al analizar la tabla 3, se observa que tanto la sub-característica Aprendizaje como Operabilidad/Capacidad para ser usado tienen los valores más altos en la diferencia del puntaje establecido y puntaje obtenido siendo de 3,6 para Simplicidad de Opciones y 3,5 para Facilidad de Operación, mientras que en Estética y Accesibilidad su diferencia es 0 dando lugar a que el Sistema SIPADI cuenta con interfaz agradable y la interacción es buena entre el software y el usuario, no obstante se debe trabajar en las diferencias más altas descritas anteriormente para mejorar el software en beneficio del aprendizaje de los niños con Discapacidad Intelectual.

## **Conclusiones**

La evaluación del sistema SIPADI se basó en la familia de la norma ISO 25000 para así llevar a cabo el análisis de usabilidad del software, la cual obtuvo un puntaje final de 87,1/100 lo que equivale a un valor alto en el nivel resultante de la encuesta online realizada al personal tanto docente como al alumnado de la Unidad Educativa Nuestra Señora del Carmen de Ricaurte junto a los egresados de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana.

Luego de haber analizado los resultados obtenidos, se debe tomar en cuenta la diferencia entre los puntajes establecidos y obtenidos para la mejora de la usabilidad del sistema según corresponda acorde a las limitaciones mencionadas anteriormente.

## Agradecimientos

Al Grupo TICAD por permitir evaluar uno de sus software y ser partícipe en el proyecto “IMTIC” Impacto de las TIC en la Inclusión de personas con discapacidad, también a los directivos y docentes de la Unidad Educativa Nuestra Señora del Carmen de Ricaurte por haber colaborado en todo lo necesario para concluir el trabajo de investigación.

## Referencias bibliográficas

- Bermeo-Zambrano, F., Bermeo-Zambrano, F., Gálvez-Quezada, J., Robles-Bykbaev, V. y Leon-Pesantez, A. (2020). A methodological model based on expert systems to support the educational inclusion of children with special educational needs. *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 9-13.
- Bodycombe, D. (17 de enero de 2017). *STEM EDUCATION*. <https://bit.ly/3Y28Uj4>
- CONADIS. (julio de 2020). *Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*. <https://bit.ly/3Dokb3N>
- Gelsomini, M., Garzotto, F., Montesano, D. y Occhiuto, D. (2016). Wildcard: A wearable virtual reality storytelling tool for children with intellectual developmental disability. *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pp. 5188-5191.
- Giraldo, M., Hernández, E., Moreno, J., Espinosa, D. y Duque, N. (2016). Application of a technical tool to support the inclusion process of people with visual impairment in an educational web platform. *2016 XI Latin American Conference on Learning Objects and Technology (LACLO)*, 1-5.
- ISO 25000. (s. f.). *ISO 25000. ISO/IEC 25040*. <https://bit.ly/44z0p1C>
- Cocunubo-Suárez, J. I., Parra Valencia, J. A. y Otalora Luna, J. E. (2018). Propuesta para la evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza



- Aprendizaje con base en estándares de usabilidad. *TecnoL.*, 21(41), 135-147. <https://bit.ly/44UkXRT>
- Liu, X., Zhang, Y., Yu, X. y Liu, Z. (2018). A Software Quality Quantifying Method Based on Preference and Benchmark Data. *2018 19th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, pp. 375-379.
- Morocho, E. y Gómez-Torres, E. (2019). Application of ISO 25000 for Comparative Analysis of Cross-Platform Mobile Application Development Tools. *2019 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS)*, pp. 319-325.
- Naranjo, A. y Gonzalez, J. (2018). Comparative study of the Ebrai and Quick Braille Tools for people with visual disabilities. *2018 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS)*, pp. 284-293.
- Naranjo, B. A., Tinoco, M. J. y Bravo, D. E. (1 de mayo de 2020). Análisis de la usabilidad del sistema web de terapias cognitivas SANAMENTICS. *Revista Boletín Redipe*, 9(5). <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i5.986>
- Peña, Y. R., Hernández, J. R. y Vázquez, M. L. (2018). Problem-based learning. An experience on the inclusion of quality problems in Educational Software Engineering. *2018 World Engineering Education Forum - Global Engineering Deans Council (WEEF-GEDC)*, pp. 0-5.
- Ponce, J., Toscano, B., Silva, A., Muñoz, J. y Aguas, N. (2019). Educational Inclusion in Higher Education: Mexico. *2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, pp. 204-211.
- Rocha, T., Bessa, M., Melo, M., Barroso, J. y Cabral, L. (2016). Evaluating selection, manipulation and navigation tasks by people with intellectual disabilities: Learning level comparison of user interaction performance with digital content. *2016 23rd Portuguese Meeting on Computer Graphics and Interaction (EPCGI)*, pp. 1-3.
- Shestakevych, T., Pasichnyk, V., Kunanets, N., Medykovskyy, M. y Anton-yuk, N. (2018). The Content Web-Accessibility of Information and Technology Support in a Complex System of Educational and Social Inclusion. *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, pp. 27-31.

## CAPÍTULO III

# Integración de herramientas accesibles para fortalecer el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual

Manuel López Castillo  
Wladimir Velasco Galeas

### **Introducción**

El hecho que la tecnología impulsa cada entorno, es una realidad que se vive día a día, y el uso de las mismas en los ambientes universitarios, no es la excepción. Si bien los derechos contemplados en tratados internacionales y la legislación del Ecuador respaldan los temas de la accesibilidad universal, las adaptaciones razonables, la no discriminación y el llamado a poner a disposición de los estudiantes, los recursos tecnológicos necesarios para su desempeño estudiantil y en especial, aquellos dirigidos para quienes tienen algún tipo de discapacidad (Art. 47, numeral 7 de la Constitución de la república del Ecuador) (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008). La inclusión educativa aún no se alcanza en nuestros días y ello es causa de preocupación por diversos colectivos y asociaciones como la Red Académica de Apoyo e Investigación en Tecnologías inclusivas (RAITI), que promueven la efectividad de la inclusión, así como que los centros educativos estén habilitados para permitir el acceso a la formación por parte de todos (Reche *et al.*, 2019). Por ello es necesario analizar con qué herramientas se cuenta y cómo podrían

integrarse para acrecentar la autonomía de los usuarios no videntes. Esta investigación tiene por finalidad evaluar el nivel de accesibilidad alcanzado al integrar diversas herramientas accesibles para favorecer el proceso de aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual, haciendo énfasis, en la fase de generación de apuntes durante clases en modalidad presencial, mediante dispositivos Android y diversas TIC accesibles.

## **Marco teórico**

### *Educación inclusiva*

Diversos autores concuerdan en que cada actividad, evento o proyecto a favor de la inclusión de las personas con discapacidad, han aportado a la situación actual en la que se comprende la importancia de contar con estructuras de educación inclusiva (Ortiz Jiménez y Carrión Martínez, 2020; Jamil, 2021). Desde la creación de centros especializados, hoy no son bien vistos al 100 % debido a la aparente segregación de personas según su condición física, hasta los llamados de entidades como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura (UNESCO), Con su proclama de: “educación para Todos”, efectuada en Jomtiem en 1990.

Se han llevado a cabo múltiples esfuerzos en el ámbito académico para reducir las situaciones de discriminación, así como la brecha que existe a nivel intelectual, digital y laboral (Falck *et al.*, 2021) entre las personas con discapacidad y aquellas que no se ven afectadas en sus sentidos. Sin embargo, en la actualidad, hay aún mucho trabajo por delante para tratar de mejorar la imagen que la sociedad tiene de las personas con discapacidad, causando exclusión, realidad que ocurre inclusive en países de primer mundo como China, según un estudio realizado en instituciones de educación superior en 2020 (Lia *et al.*, 2021).

En consideración a los diferentes llamados de atención sobre los derechos de los estudiantes con discapacidad, se puede destacar

el esfuerzo de las instituciones educativas que han respondido afirmativamente a tal llamado, formando espacios para el apoyo de los estudiantes con discapacidad, algunas, sin tener una legislación específica en el tema, disponiendo de agentes clave para apoyar el proceso de los estudiantes con discapacidad, mediante recursos tecnológicos y metodologías con ajustes razonables (Jurado-Bernal, 2019; Magyar *et al.*, 2020; Asongu *et al.*, 2019).

Según el recuento de varios hechos históricos, podemos apreciar que hay diversos agentes responsables llamados a brindar el apoyo necesario para el acrecentamiento de la inclusión de las personas con discapacidad en todos los niveles de educación. Es decir que no todo queda en manos del estudiante y el docente, sino también en las familias, las instituciones educativas de nivel básico, bachillerato o superior, las asociaciones relacionadas a una determinada discapacidad, el estado y los organismos internacionales (Tregón-Martín *et al.*, 2021).

Una prueba adicional para confirmar que no todo depende del estudiante, se puede notar debido a la brecha digital causada por el hecho que solo las familias de estatus económico medio a alto, pueden proporcionar los recursos que los estudiantes con discapacidad visual requieren, así como brindar un mejor acompañamiento humano y a nivel intelectual (Santamaría, 2020).

Al llevar el tema a lo particular, se puede considerar que hay diferentes acciones a tomar para volver un entorno educativo más inclusivo, como está el enfocarse en estrategias, apoyándose en el trabajo con pares (Szumski *et al.*, 2020). Algunos indicios apuntan al hecho que tales dinámicas pueden ser más efectivas que el trabajo con colaboradores de la institución, principalmente en las primeras semanas tras haber empezado un periodo lectivo.

En línea al propósito del presente estudio, se destaca también los aportes científicos que respaldan el trabajo de las universidades y otros centros de educación regular, al elaborar y disponer no solo normativas o esquemas de metodologías a aplicar, sino espacios físicos

para permitir el diálogo y reflexión con quienes conforman la comunidad educativa, así como material de apoyo tecnológico (de escritorio, móviles o web), orientados para proporcionar ayuda a los estudiantes con discapacidad (Milenio, 2021; Lambert, 2020; Kim *et al.*, 2021).

Como se expuso en las líneas anteriores, se trata de la SUMA de numerosos elementos humanos y materiales, que pueden ser cruciales para favorecer el proceso de aprendizaje y enseñanza del estudiante, no solo con la finalidad de cumplir con una normativa, sino con el fin de fomentar el mejoramiento intelectual de cada sociedad, mejorando el estilo de vida gracias a la investigación, innovación y la justicia.

### *Accesibilidad digital para estudiantes con discapacidad visual*

Al referirse a la accesibilidad digital para personas con discapacidad visual, se habla del acondicionamiento de los componentes informáticos para asegurar que los múltiples mecanismos de interacción entre el usuario y el computador estén libres de barreras.

En ese sentido, los entornos computarizados comparten semejanzas con recursos físicos como el sistema braille, en el cual el no vidente aprecia la información mediante puntos en relieve, que representan a letras, números o signos de puntuación, excluyendo las imágenes. Situación similar ocurre en los ambientes informáticos, en los cuales cada ventana, ícono y contenido debe tener una descripción expresada en caracteres para mejorar la interacción entre la persona y la máquina, al igual que ocurre con el proceso de lectura de material adaptado (Ropain *et al.*, 2019; Karastoyanov *et al.*, 2019, Cheri Williams, 2019).

Es muy importante tener presente las herramientas a utilizar dentro del ambiente académico, con el propósito de lograr la accesibilidad deseada, recordando a su vez que no se trata solo de personas con discapacidad visual, sino que las personas no videntes, pueden tener

una situación de salud en la cual otro de sus sentidos o parte de ellos, se vea afectado. Conociendo ello, se puede resaltar el valor que tiene proporcionar diferentes estímulos para que la persona pueda apreciar la información compartida en el aula de clase (Pires *et al.*, 2021), valiéndose inclusive de actividades lúdicas y recreativas según la pertinencia dentro del campo de estudio (Mamcasz-Viginheski, *et al.*, 2019; Gómez-Fernández y Mediavilla, 2021).

Estudios anteriores muestran que la combinación de los diferentes estímulos, como archivos en formato audio, sistema braille y otras variaciones de material adaptado, son de gran aporte desde la temprana edad, de forma que ellos puedan conocer más del entorno (Gautam *et al.*, 2018). Situación que es más apremiantes a medida que progresan en los niveles de formación, debido a la alta exigencia y competitividad.

Se puede comprender entonces, que la accesibilidad debe ser una característica inmersa en todas las interfaces, sea a nivel de documentos, presentaciones, plataformas en la red, entre otros (Kulkarni, 2019). A eso se le debería añadir el hecho que debe darse en cualquiera de los tipos de dispositivos (de escritorio o móviles), al tener presente que no son solo elementos distractores, sino, herramientas de estudio, fundamentales para el progreso de las personas con discapacidad.

### *TIC para apoyo a los estudiantes con discapacidad visual*

Con base en el fenómeno que representó la irrupción del internet, se constató en cada esfera social el aumento de la interconectividad entre un cuantioso número de culturas. Sobre dichos cimientos, la aparición de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), han multiplicado las formas de transmitir una idea o acceder a ellas, una vez que estén disponibles en un espacio digital. De este modo, es significativo considerar que amplían el número de posibilidades, a la hora de ser utilizadas en los estudios regulares concre-

tamente, en el aula de clase, no por cualquier usuario, sino, que a continuación se exhibirá, diversas potencialidades factibles para los estudiantes universitarios con discapacidad visual.

Gracias a los esfuerzos por innovar en equipos inclusivos, se pueden contar con diferentes equipos como las impresoras braille y la línea braille, en tanto que a nivel de programas, se puede destacar a los amplificadores de pantalla, sintetizadores de voz y los lectores de pantalla (Domínguez *et al.*, 2019). Los cuales pueden funcionar en la mayoría de los sistemas operativos, resaltando por motivos de popularidad y de tener mayor acceso al bagaje de recursos, los entornos de Windows y Android.

Al contar con diversas opciones, se espera que las universidades y otros centros de formación respondan a la exhortación de destinar espacios apropiados para brindar los recursos informáticos necesarios por estudiantes con discapacidad (visual en este caso). Respecto a ello, la Universidad Politécnica Salesiana-sede Guayaquil, lugar donde se realizó este estudio, cuenta con un espacio como agente crucial para la inclusión educativa, llamado Centro de apoyo para la inclusión (CAI) (Centro de apoyo para la inclusión de personas con discapacidad, 2021).

Según la información proporcionada por su blog institucional, algunas de las TIC y herramientas de las que dispone y que aconseja utilizar son:

- a. JAWS
- b. Victor reader stream
- c. Impresora braille
- d. Laptop
- e. Tablet
- f. Auriculares
- g. Memorias USB

Si bien cada uno de los recursos mencionados proporciona una ayuda a los universitarios con discapacidad visual, cada una de los mencionados poseen un precio en el caso de los recursos del literal a al c, con un valor estimado de \$400 o superior. Además del precio, la diferencia con el segundo grupo de recursos, que son más populares y estándar, del literal d al g, tienen la característica de sí poder interactuar rápidamente con entornos informáticos en los que se desenvuelven los demás estudiantes, docentes y padres de familia, con quienes los estudiantes con discapacidad necesitan comunicarse, como lo pueden ser las plataformas de mensajería, correo electrónico y páginas web del centro educativo.

Entre todos los sistemas operativos, los sistemas en que se profundizará con mayor énfasis serán en Windows y Android, utilizado en computadores y en el segundo caso, en tablets y teléfonos. Al respecto de este último, hay estudios que evidencian el beneficio de su uso, por parte de docentes y estudiantes (con y sin discapacidad). Las funciones que sobresalen según diversos estudios (Rivera, 2019), son las siguientes tres:

- Compartir documentos
- Facilitar la comunicación
- Capturar imágenes

No obstante, un teléfono inteligente sería de poca ayuda para los universitarios no videntes, sin la existencia de un lector de pantalla, conocidos también por su nombre en inglés, “screen reader”. Dicho recurso utiliza un sintetizador de voz y verbaliza el contenido accesible de una determinada ventana, siempre y cuando esté expresado con caracteres o gráficos etiquetados. En el sistema operativo Windows, los lectores más populares son JAWS y NVDA (Basantes *et al.*, 2018), este último libre y gratuito, por lo que es más fácil su obtención.

Una de las características que influye más a la hora de elegir uno u otro sistema, se debe al tipo de licencia, pudiendo ser de pago o gratuita. Aquello sucede en el entorno Windows y también sucede



en los dispositivos portátiles, de los cuales se sabe que aquellos con sistema operativo Android, donde se cuenta con el lector de pantalla TalkBack, ambos de la firma Alphabet (Alphabet INC., 2021), son más económicos que aquellos con el sistema IOS de la marca Apple, donde se tiene a disposición la aplicación VoiceOver.

Al considerar tal situación, es comprensible que la mayoría de las personas con discapacidad visual, se inclinen por las versiones libres de pago, sobre todo si la potencialidad del recurso informático es igual o superior a las versiones más costosas. Los usuarios no videntes interactúan con estos sistemas, mediante gestos táctiles, órdenes de voz y ajustes de personalización. En general se trata de pautas de accesibilidad estándar (por ejemplo, BBC y WCAG 2.1; Alajarmeh, 2021).

De este modo, se espera que los universitarios con discapacidad visual parcial o completa, se apoyen en lectores de pantalla como TalkBack, para interactuar con sus teléfonos inteligentes o tablets, y así poder trabajar cada una de las desafiantes actividades que se les presenten en el entorno académico de nivel superior.

Una herramienta fundamental es la conectividad a internet. Entre los principales beneficios, están el hacer posible que las personas con discapacidad tengan acceso a la información, interactúen en la sociedad y contribuyan con su participación. De hecho, la ausencia parcial o absoluta de este recurso es considerada como una de las causas de la exclusión y la desigualdad social (Cho y Kim, 2021).

Después de considerar los elementos de hardware y los programas lectores que permiten a los usuarios con discapacidad visual utilizar los equipos, se destaca a continuación, algunas aplicaciones móviles, de las que se puede extraer beneficios y destinarlos hacia una necesidad en materia de accesibilidad digital, con el fin de volver dicha interacción más inclusiva (Velasco, 2021). Las dos aplicaciones en las que se profundizará son Gmail, producto de Alphabet Inc. (al igual que Android y TalkBack, citados anteriormente), y WhatsApp de la firma Meta (Meta Inc., 2021).

La conocida plataforma de mensajería en tiempo real, WhatsApp, ha sido utilizada por personas sin afectaciones de salud y aquellas que sí tienen algún tipo de deficiencia, en un gran número de situaciones, como la laboral, educativa, personal, proselitista, entre otros. Dentro del ecosistema académico, se han hecho estudios desde su uso en distintos niveles formativos (Cascales-Martínez *et al.*, 2020).

Por otro lado, el correo electrónico sigue siendo uno de los medios informáticos más frecuentados para la comunicación escrita, principalmente a nivel institucional. Hay estudios que han evaluado la pertinencia de usar o no usar recursos como WhatsApp y el correo electrónico dentro de la educación regular y coinciden en que se ve supeditado al tipo de uso dado por parte del alumnado y catedráticos, advirtiendo que puede proporcionar un beneficio en materia de la competencia digital siempre y cuando se conserve la concentración en el tema de estudio (Martín *et al.*, 2021).

Al igual que se ha destacado el beneficio para los usuarios en general, según el tipo de uso, se mostrará en el presente estudio funciones que pueden ser de gran ayuda para los estudiantes no videntes. Ello se puede dar mediante la combinación estratégica de recursos accesibles y el conocimiento sobre ellos.

## **Metodología**

El marco metodológico provee una serie de herramientas teórico-prácticas para la solución de problemas a través del método científico. Dado que en la investigación el trabajo no se manipula ni se tiene control sobre las variables dependientes y únicamente se va a evaluar los resultados de la interacción de estudiantes no videntes de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, dentro de los meses de octubre de 2019 a marzo de 2020, el estudio es no experimental.

Como se realizó en tres ocasiones, durante el período de tiempo antes descrito, se trata de un estudio longitudinal.

El nivel de investigación es descriptivo. Su propósito es describir los beneficios de integrar elementos de software y hardware accesibles para usuarios no videntes que manipulen tales herramientas durante el proceso de toma de apuntes en el aula. El enfoque dado al estudio es cuali-cuantitativo.

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

Se realizó una investigación documental, acudiendo a la literatura especializada con la que se cuenta en las bases de datos y repositorios de la biblioteca virtual de la Universidad Politécnica Salesiana, alusiva a las tecnologías de la información (TIC), discapacidad y educación inclusiva. En tanto que para la investigación de campo, se buscó la obtención de datos cualitativos y cuantitativos a través de la aplicación de encuestas.

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

En cuanto a las técnicas de investigación: en este trabajo se utilizaron encuestas, siendo una recopilación de opiniones por medio de preguntas cerradas y escala de Lickert. Se trabajó con el muestreo no probabilístico por conveniencia, de forma que de un total de 102 estudiantes con diferentes discapacidades y 29 estudiantes con discapacidad visual, que conforman la población de estudio y corresponden al nivel de pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, matriculados y estudiando desde el 1 de octubre de 2019 al 1 de marzo de 2020. Se determinó una muestra de cinco estudiantes para este estudio.

## **Resultados**

### *Propuesta para la integración de herramientas accesibles*

En esta sección se da a conocer un algoritmo representado mediante un diagrama de flujo, que hace referencia a la integración

de herramientas con funciones aisladas para orientarlas a satisfacer la necesidad de los usuarios con discapacidad visual, las cuales le permitirán ejercer con autonomía, el rol de estudiante en el aula, permitiendo la toma de apuntes en una presentación accesible y optimizando los recursos existentes (Cátedra UNESCO, 2020). Los requerimientos de hardware y software para la óptima ejecución del proceso planteado son:

#### Requerimientos de hardware

- Teléfono inteligente (Smartphone) o Tablet.
- Micrófono incorporado en el dispositivo que se encuentre en buen estado.
- Adaptador de red para conexión Wifi en estado funcional.
- Computador de escritorio que incluye: CPU, teclado estándar, monitor, parlantes o auriculares (en caso de cumplir este ítem, es innecesario el recurso del literal e).
- Una Laptop.

#### Requerimientos de software

- Sistema operativo Android v.7 o superior
- Aplicación TalkBack V.8.1 o superior
- Aplicación WhatsApp V.2.19.341 o superior, activa en el dispositivo
- Aplicación de Gmail v2020.05.31.316831277 o superior, con cuenta activa de correo electrónico
- Sistema operativo Windows 10 o superior
- Mozilla Firefox v.95.0.1
- NVDA v.2021.1

Una vez que se haya dado cumplimiento a los requerimientos en cuanto a hardware y software, se puede ejecutar los pasos señalados en el siguiente algoritmo (ver figura 1 y 2).

Figura 1

Primera parte del algoritmo mostrando el proceso propuesto

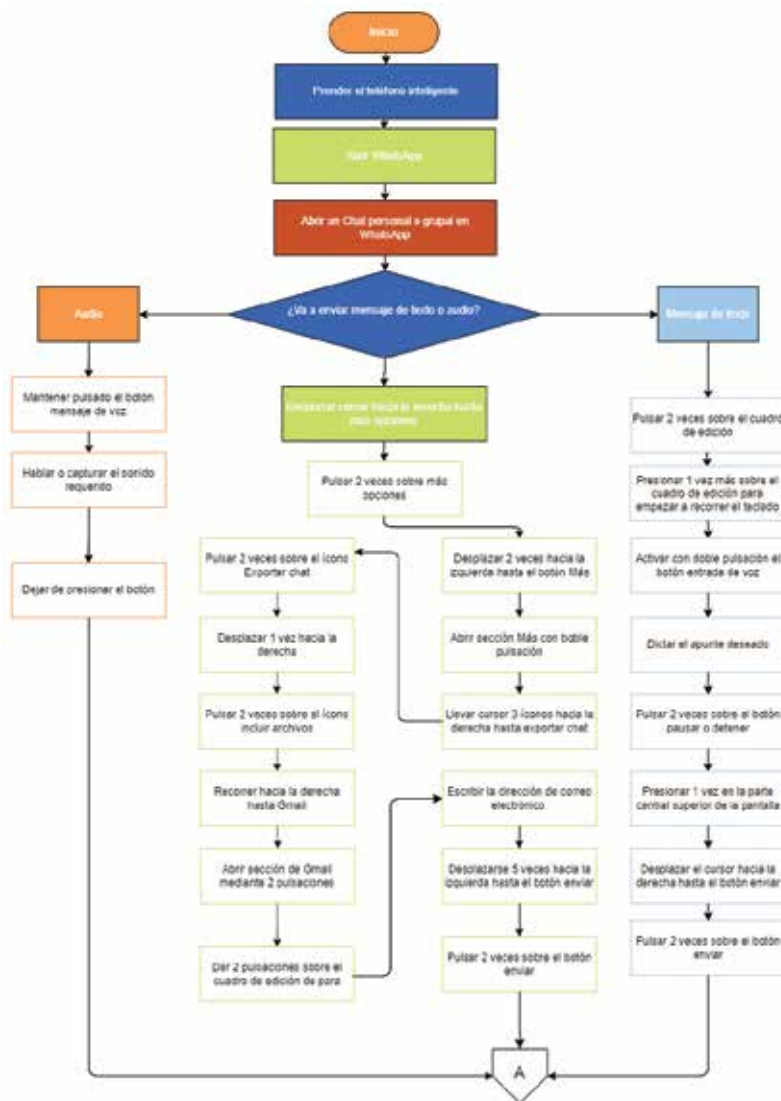
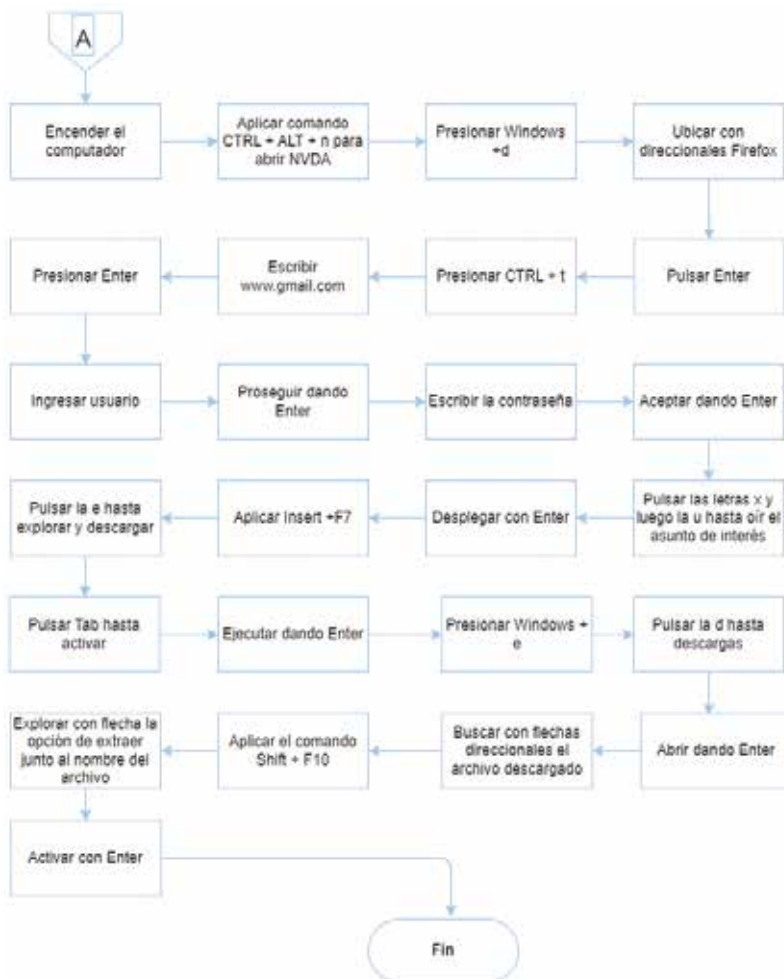


Figura 2

Segunda parte del algoritmo mostrando el proceso propuesto



Como se puede apreciar, solo se han tomado en cuenta dos tipos de mensajes para la generación de apuntes: los mensajes de texto y audio. Esto se debe a que son los dos elementos más accesibles y rápidos de enviar para los usuarios no videntes, frente a las opciones de envío de fotos o videos (estos últimos, de mayor peso).

El resultado de la aplicación del proceso es un número igual o superior de archivos de audios en formato.opus (de pocos KB de tamaño), y el archivo más significativo, un archivo de texto (.TXT), que contiene todos los apuntes enviados por el usuario mediante mensaje de texto. De este modo, el estudiante obtiene apuntes de modo accesible, utilizando los recursos que posee y agiliza el proceso de generación de un material de estudio personalizado.

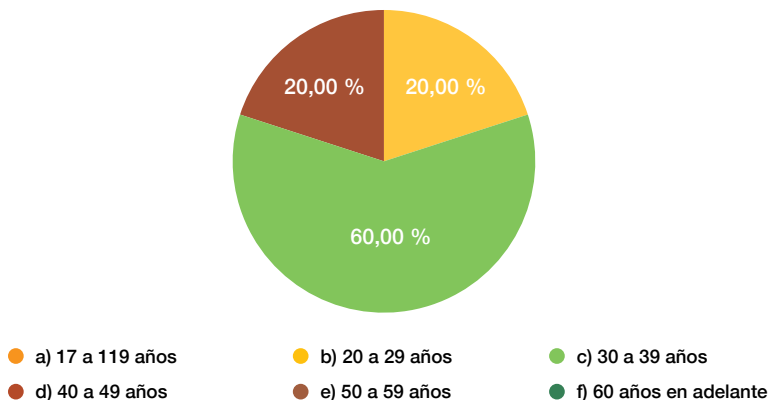
### *Análisis de las encuestas*

En esta sección se presentan los resultados de las encuestas y su análisis, para la cual se consideró una muestra conformada por cinco estudiantes no videntes de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil, de las carreras de pregrado de Comunicación social y Psicología, del periodo 55, de quienes se evaluó los elementos que influyen en la interacción con tecnologías de la información y comunicación (TIC), aplicadas dentro del entorno académico, con énfasis en el proceso de toma de apuntes en el aula, es decir, en modalidad presencial.

La primera pregunta señala la edad de los universitarios encuestados, quienes se ubican en un rango etario de 20 a 49 años, es decir que no hay ni más jóvenes ni mayores de las edades que se indica. De tal rango, el 60 % se concentra en el rango de 30 a 39 años, en tanto que hay un 20 % para los literales b y d, que pertenecen a los rangos de 20 a 29 años y 40 a 49 años (ver figura 3). De estos resultados se devela un grupo de estudiantes más maduros y con mayor experiencia de vida y que tuvieron oportunidad de interactuar con diversas versiones de recursos tecnológicos.

**Figura 3**

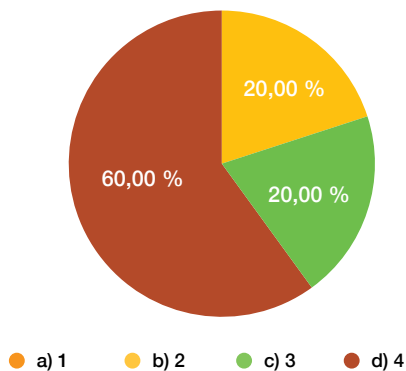
*Edad de los estudiantes encuestados*



Con respecto a la pregunta 2, de todos los tipos de alcance de discapacidad visual, el tipo leve, no fue señalado por estudiante alguno, ocupando el 0 %. La discapacidad visual moderada ocupa un 20 % al igual que el tipo de afectación severa. Por último, la mayor concentración se da en el tipo de discapacidad visual total o completa, con el 60 % (ver figura 4). Se puede afirmar que la mayoría de estudiantes necesitan de recursos tecnológicos como los lectores de pantalla, para su desempeño diario en los diferentes entornos, inclusive el educativo.

**Figura 4**

*Tipo de discapacidad visual*

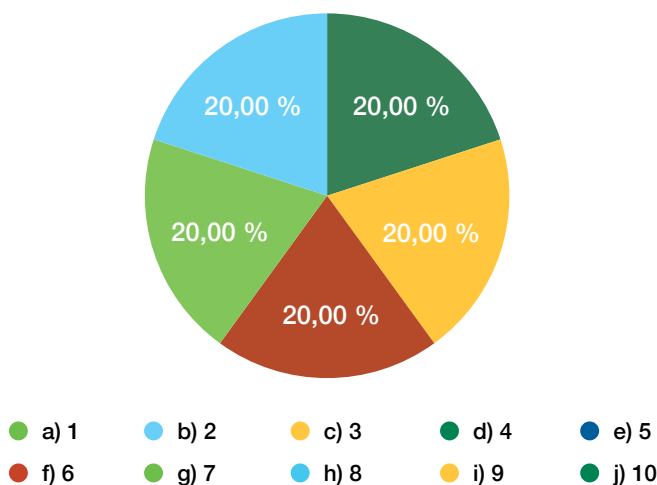




En la pregunta número 3, sobre el semestre en curso, los encuestados señalaron estar matriculados en los semestres 1, 3, 6, 7 y 8, ocupando un 20 % por cada uno, quedando los demás niveles o semestres en 0 % (ver figura 5). De los resultados obtenidos, tres de ellos, que representan a la mayoría, están en los niveles superiores, próximos a egresar, por lo que se trata de una mayoría de estudiantes con discapacidad, ya experimentados en la dinámica universitaria y sus exigencias.

**Figura 5**

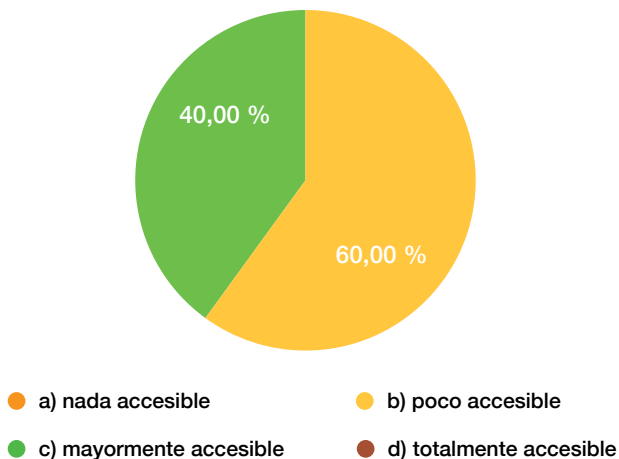
*Indicación del semestre en curso*



La siguiente pregunta indagó cuán accesible les ha resultado el material de estudio disponible en el AVAC (ver figura 6). En respuesta a ello, el 60 % de los universitarios consultados afirmaron que el material es poco accesible, el 40 % señaló que el material sí es mayormente accesible, en tanto que hay un 0 % de asignaciones para las calificaciones de nada accesible y totalmente accesible. Según los resultados, se comprende que la mayoría de estudiantes con discapacidad visual requieren de apoyo académico adicional debido a las barreras o dificultades para acceder al material de estudio.

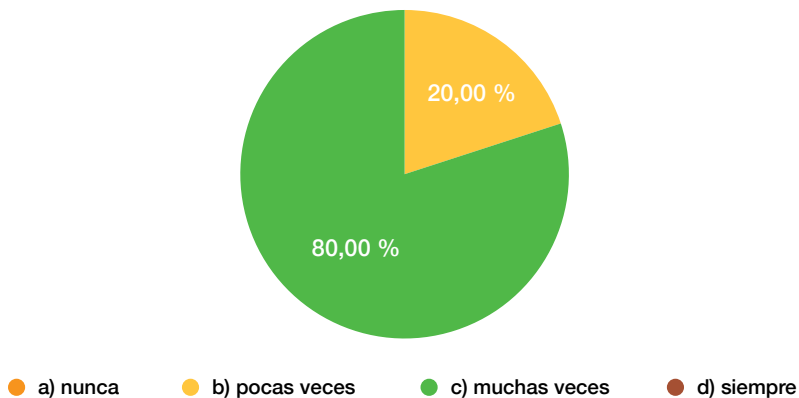
**Figura 6**

*Accesibilidad del material académico disponible en el AVAC*



**Figura 7**

*Frecuencia del surgimiento de problemas para la toma de apuntes*



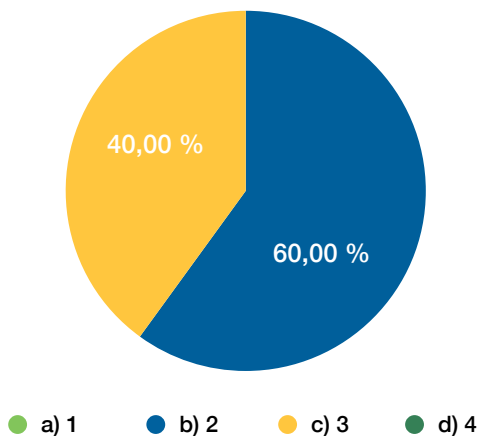
En referencia a la quinta pregunta, sobre cuán frecuentemente ha tenido problemas para tomar apuntes en clase, el 0 % de encuestados señalaron nunca tener problemas así como su lado opuesto,

siempre tener problemas. La concentración se da en el literal b, “pocas veces”, con un 20 % y un 80 % indicaron que muchas veces tienen dificultades (ver figura 7). La mayoría afirmó tener inconvenientes para tomar apuntes en el aula, por lo cual se evidencia la necesidad de formular una solución que pueda ayudar a tal proceso.

La siguiente pregunta cuestionó el nivel de conocimiento sobre tecnología en general, siendo 1 lo más bajo y 4 el más alto (ver figura 8). Las respuestas de los encuestados se concentraron en el literal b, identificándose un 60 % en el nivel 2, que corresponde a un poco bajo. Un 40 % señaló el literal c, con la calificación 3, referente a tener un nivel de conocimiento un poco alto. Los extremos identificados con las calificaciones 1 y 4, tienen una participación del 0 %.

**Figura 8**

*Nivel de conocimiento de tecnología en general*

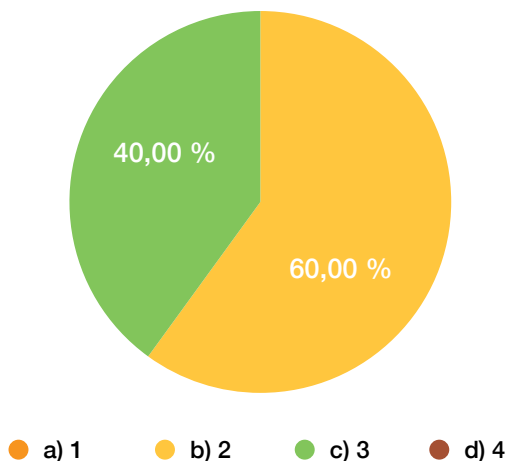


Con base en los resultados y en la tendencia de los mismos, se puede afirmar que la mayoría de los universitarios con discapacidad visual tienen poco conocimiento de la tecnología y en consecuencia, requieren de más apoyo proveniente de los agentes de la comunidad universitaria y de los recursos de los que puedan servirse.

A continuación en la pregunta 7, se señaló el nivel de dominio del computador de los encuestados, siendo 1 lo más bajo y 4 lo más alto (ver figura 9). Los estudiantes dieron una puntuación del 0 % para los literales a y d, en relación con los niveles de dominio 1 y 4, alusivos al nulo dominio o el más alto dominio. El 60 % se ubicó en el nivel 2, que significa tener poco dominio y un 40 % señaló el nivel 3, explicando tener un dominio del computador un poco alto.

Figura 9

*Nivel de dominio del computador*



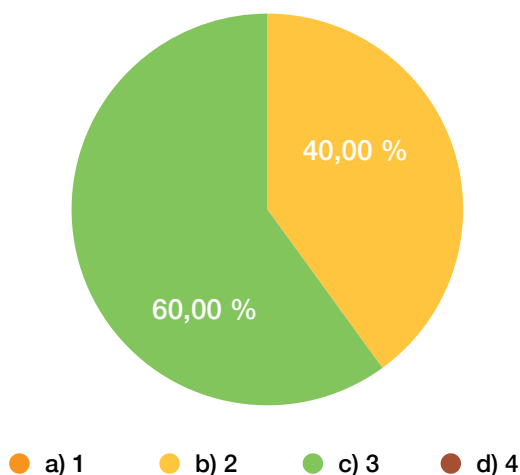
Los resultados describen que la mayoría de encuestados sí tienen bases de conocimiento y dominio del pc, pero es un poco bajo, posiblemente inferior a las exigencias en los niveles de educación superior. Algo que podría corregirse con un mayor número de capacitaciones, difusión de las ayudas brindadas adicionales que proporciona la UPS a la sociedad y un mayor acceso a la información técnica y científica.

En la pregunta 8, los encuestados indicaron su nivel de dominio del teléfono inteligente, siendo 1 lo más bajo y 4 lo más alto (ver figura 10). Los literales a y d, correspondientes a los niveles de dominio de 1

y 4, tienen una participación del 0 %. Un 40 % se identificó en el literal b, con la calificación de 2, correspondiente a la afirmación de tener solo un poco de dominio, en tanto que la mayoría, con un 60 % señaló el nivel 3, asegurando tener un nivel de dominio del teléfono un poco alto.

Figura 10

*Nivel de dominio del teléfono inteligente*

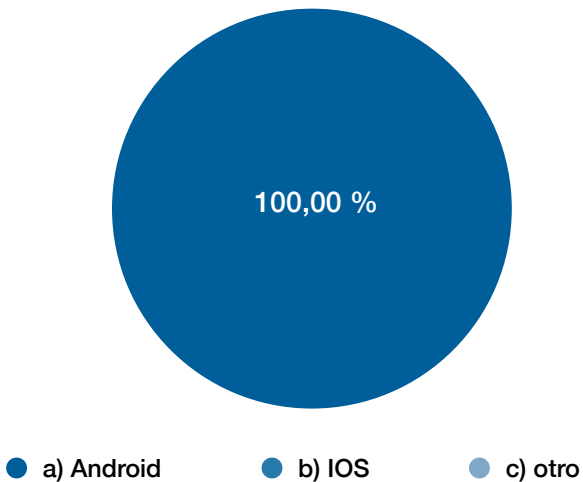


De acuerdo con la mayoría de respuestas, que indican tener un grado de dominio un poco alto en lo que refiere al uso del smartphone, se identifica la necesidad de frecuentar los medios de comunicación disponibles en los teléfonos, debido a ser el recurso tecnológico que los estudiantes no videntes más utilizan. Punto importante a considerar a la hora de emitir comunicados por parte del docente o realizar actividades grupales.

En la pregunta 9, los estudiantes indicaron el sistema operativo de sus teléfonos inteligentes (ver figura 11). El 100,00 % se concentró en el tipo de sistema operativo Android, asignando un 0,00 % para las demás opciones. Al saber que la totalidad de la muestra usa dispositivos Android, posiblemente por el factor económico, se debería considerar el desarrollo de proyectos utilizando el entorno informático Android, para hacer partícipe a estos estudiantes.

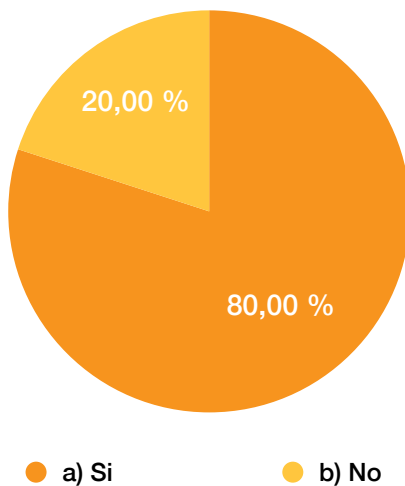
**Figura 11**

*Tipo de sistema operativo utilizado por los encuestados*



**Figura 12**

*Frecuencia de indicaciones académicas mediante mensajes de texto de WhatsApp*



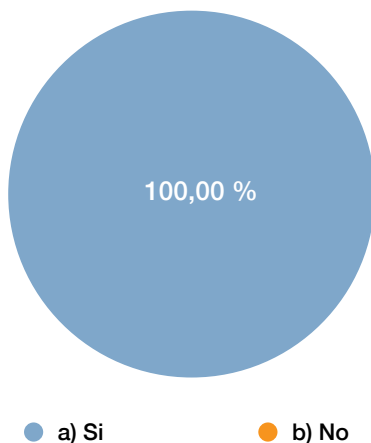
La pregunta 10 consultó a los estudiantes si habían recibido indicaciones sobre alguna materia mediante mensaje de texto en WhatsApp (ver figura 12). Un 80,00 % indicó sí haber recibido indicaciones de índole académico mediante mensajes de texto en WhatsApp, en tanto que un 20,00 % negó tal cuestionamiento. A raíz de ello, se puede determinar que los universitarios no videntes de la UPS sí han interactuado en WhatsApp para asuntos académicos, recibiendo indicaciones de docentes y compañeros. Así mismo, se puede apreciar que el formato de los mensajes ha sido accesible.

En la pregunta 11 se les consultó si han recibido indicaciones sobre alguna materia mediante mensajes de audio en WhatsApp (ver figura 13).

La totalidad de encuestados, el 100 % señaló sí haber recibido mensajes de audio en la plataforma de mensajería WhatsApp, como parte de actividades educativas, por otro lado, se determinó un 0 % para la negación de tal pregunta. Con base en las respuestas, se puede confirmar que todos han interactuado con el formato de audios, por lo que debería ser considerado este tema a la hora de comunicarse con ellos.

Figura 13

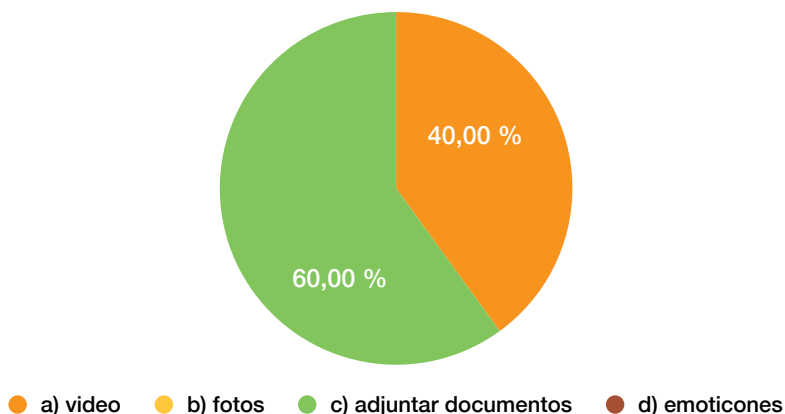
*Frecuencia de indicaciones académicas mediante audios en WhatsApp*



En la pregunta 12, los estudiantes respondieron que después de los mensajes de texto y audio, las siguientes opciones de WhatsApp han sido útil en sus estudios, con esta ponderación. Un 40 % indicó que el formato de videos le resultaba útil (literal a). Un 0 % se puntuó para los literales b y d, referentes a las opciones de fotos y emoticones, en tanto que el literal c, con la opción de adjuntar documentos, participa del total con un 60 %. Considerando los porcentajes, se puede recomendar como formato adicional a utilizar dentro de WhatsApp, los videos y documentos, con el fin de facilitarle el acceso a los usuarios no videntes (ver figura 14).

Figura 14

*Utilidad señalada para otras opciones en WhatsApp*

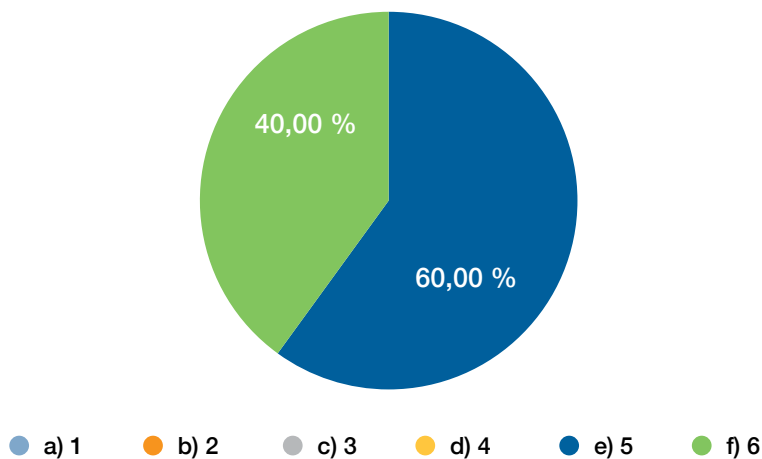


Por último, los estudiantes encuestados, señalaron en la pregunta 13 el nivel de accesibilidad proporcionado por el proceso propuesto en el presente trabajo, para la toma de apuntes en clase, siendo 1 lo más bajo y 6 lo más alto (ver figura 15). Los niveles 1, 2, 3 y 4, obtuvieron una puntuación del 0 %, el nivel 5 de accesibilidad, participa del total con un 60 % y por último, el nivel 6, obtuvo un 40 % de participación. Estos resultados indican que los pasos propuestos en el presente estudio para la toma de apuntes en clase, sí tienen un alto nivel de accesibilidad, de forma que los estudiantes con discapacidad visual puedan utilizarlo.



**Figura 15**

Nivel de accesibilidad señalado por los encuestados respecto al proceso propuesto



## Conclusión

Se puede finalizar determinando con base en la revisión de la literatura, que la tecnología cumple un rol importante como herramienta de soporte al desempeño de las personas con discapacidad visual, en entornos tan exigentes como el universitario, según la disciplina y temática en la que se emplee (Fernández-Gutiérrez *et al.*, 2020; Huang *et al.*, 2021). De la investigación, se destacó el uso de los lectores de pantalla como software indispensable, así como el trabajo en dispositivos y sistemas populares y gratuitos, debido a factores como el económico y el acceso a la información.

Durante el desarrollo del presente estudio, se elaboró un algoritmo que integra diversas herramientas de los sistemas Android y Windows, a las que la mayoría de estudiantes no videntes sí pueden acceder, describiendo en tal diagrama pasos 100 % accesibles para simplificar el proceso de toma de apuntes en el aula.

Se comprobó que el proceso de pasos incluido en el algoritmo, proporciona autonomía y accesibilidad, estudio soportado dentro de un proyecto de investigación del grupo TICAD y complementado con la retroalimentación obtenida en la investigación de campo, en la cual el 60,00 % calificó al proceso como altamente accesible, de forma que se facilite el proceso de toma de apuntes en el aula, con incidencia positiva en sus estudios.

## Agradecimientos

Al Grupo TICAD por permitirnos participar en el proyecto “IMTIC” Impacto de las TIC en la Inclusión de personas con discapacidad, y a los estudiantes que participaron voluntariamente en el proceso de evaluación de la propuesta.

## Referencias bibliográficas

- Alajarmeh, N. (2021). Non-visual access to mobile devices: A survey of touchscreen accessibility for users who are visually impaired. *Displays*, 20-81.
- Alphabet INC. (09 de 11 de 2021). *Alphabet*. <https://abc.xyz/>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (01 de 12 de 2008). *Constitución - Asamblea Nacional*. <https://bit.ly/3pSl3e4>
- Asongu, S. A., Orim, S.-M. I. y Nting, R. T. (2019). Inequality, information technology and inclusive education in sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, 380-389.
- Basantes, A. V., Guerra, F. E., Naranjo, M. E. e Ibadango, D. K. (2018). Los lectores de pantalla: herramientas tecnológicas para la inclusión educativa de personas no videntes. *Informacion Tecnologica*, 1-9.
- Cascales-Martínez, A., Vicente, M. Á. y Simón, A. P. (2020). WhatsApp como herramienta educativa en Educación. *Píxel-BIT Revista de Medios y Educación*, 1-19.
- Cátedra UNESCO. (27 de 11 de 2020). 4º ANIVERSARIO | *Cátedra UNESCO*. <https://bit.ly/3pZXccb>
- Centro de apoyo para la inclusión de personas con discapacidad. (17 de 12 de 2021). *Centro de apoyo para la inclusión de personas con discapacidad – Correo: cai@ups.edu.ec*. <https://bit.ly/3KdF3OZ>

- Cheri Williams, S. B. (2019). Technology and writing: Review of research. *Computers & Education*, 227-242.
- Cho, M. y Kim, K. M. (2021). Exploring the disparity in tangible outcomes of internet use between persons with disabilities and persons without disabilities in South Korea. *Disability and Health Journal*, 1,7, 11-17.
- Domínguez, J., Guarda, T., Washington Torres, S. B., Villao, F., Sánchez, J., Murillo, G. y Ponce, V. (2019). Herramientas tecnológicas contribuyendo a la inclusión de personas con necesidades especiales. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 1-9.
- Falck, O., Heimisch-Roecker, A. y Wiederhold, S. (2021). Returns to ICT skills. *Research Policy*, 40-64.
- Fernández-Gutiérrez, M., Gimenez, G. y Calero, J. (2020). Is the use of ICT in education leading to higher student outcomes? Analysis from the Spanish Autonomous Communities. *Computers & Education*, 39-69.
- Gautam, A., Bhambal, A. y Moghe, S. (2018). Effect of oral health education by audio aids, Braille & tactile models on the oral health status of visually impaired children of Bhopal city. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 168-170 .
- Gómez-Fernández, N. y Mediavilla, M. (2021). Exploring the relationship between Information and Communication Technologies (ICT) and academic performance: A multilevel analysis for Spain. *Socio-Economic Planning Sciences*, 7-77.
- Huang, S., Jiang, Y., Yin, H. y Siu-yungJong, M. (2021). Does ICT use matter? The relationships between students' ICT use, motivation, and science achievement in East Asia. *Learning and Individual Differences*, 19-57.
- Jamil, S. (2021). From digital divide to digital inclusion: Challenges for wide-ranging digitalization in Pakistan. *Telecommunications Policy*, 10-22.
- Jurado-Bernal, D. C. (2019). Inclusión educativa y discapacidad visual: memorias y hallazgos preliminares de un proceso de cambio institucional. *Acta Académica*, 1-15.
- Karastoyanov, D., Stoimenov, N. y Gyoshev, S. (2019). Methods and means for education of people with visual impairments. IFAC-PapersOn-Line, 539-542.
- Kim, H. J., Yi, P. y Hong, J. I. (2021). Are schools digitally inclusive for all? Profiles of school digital inclusion using PISA 2018. *Computers & Education*, 10-41.

- Kulkarni, M. (2019). Digital accessibility: Challenges and opportunities. *IIMB Management Review*, 91-98.
- Lambert, S. R. (2020). Do MOOCs contribute to student equity and social inclusion? A systematic review 2014–18,. *Computers & Education*, 10-36.
- Lia, H., Lina, J., Hongyu Wua, Z. L. y Hanc, M. (2021). “How do I survive exclusion?” Voices of students with disabilities at China’s top universities. *Children and Youth Services Review*, 100-150.
- Magyar, A., Krausz, A., Kapás, I. D. y Habók, A. (2020). Exploring Hungarian teachers’ perceptions of inclusive education of SEN students,. *Heliyon*, 38-51.
- Mamcasz-Viginheski, L., Sani de Carvalho Rutz, da Silva, Shimazaki, E. M., & Nilcéia Aparecida, M. P. (2019). Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva. [Juegos en la alfabetización matemática para estudiantes con deficiencia visual en una perspectiva inclusiva. Games in mathematical literacy for students with visual impairment in na inclusive perspective] *Revista Ibero-Americana De Estudos Em Educação*, 14(2), 404-419.
- Martín, S. C., González, M. C. y Valcárcel, A. G. (2021). Influencia del uso de WhatsApp y correo electrónico en la competencia digital en el área de comunicación. *Estudios sobre Educación*, 1-23.
- Meta Inc. (10 de 11 de 2021). *The Facebook Company Is Now Meta | Meta*. <https://bit.ly/3q9NQKZ>
- Milenio. (2021). TIC para la inclusión de estudiantes sobresalientes. *Milenio*, 2.
- Ortiz Jiménez, L. y Carrión Martínez, J. J. (2020). *Educación inclusiva: abriendo puertas al futuro*. Dykinson, S.L.
- Pires, A. C., Bakala, E. y Guerreiro, T. (2021). Learning maths with a tangible user interface: Lessons learned through participatory design with children with visual impairments and their educators. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 83-100.
- Reche, M. P., Lucena, F. J. y Díaz, I. A. (2019). *Avances en Recursos TIC e Innovación Educativa*. Dykinson, S.L.
- Rivera, Y. T. (2019). Uso del teléfono inteligente en el aula universitaria. *ProQuest Dissertations Publishing*, 1-176.
- Ropain, N. P., Guerra, Y. E., García, M. B. y Meza., L. Y. (2019). Condiciones para la inclusión y la atención a estudiantes con limitación visual en la universidad del Magdalena. *Logos, Ciencia & Tecnología*, 1-9.

- Santamaría, J. C. (2020). TIC y desigualdades educativas en los centros educativos de Logroño (La Rioja, España). *Equidad*, 1-44.
- Szumski, G., Smogorzewska, J. y Grygiel, P. (2020). Attitudes of students toward people with disabilities, moral identity and inclusive education. A two-level analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 10-36.
- Tregón-Martín, N., Valero, M. V., Buils, R. F. y Miedes, A. C. (2021). Educational guidance for functional visual diversity in Nicaragua. Design and evaluation of a teacher-training program. *Evaluation and Program Planning*, 19-48.
- Velasco, W. (2021). *Sistemas accesibles para la competitividad de usuarios no videntes*. Abya-Yala.

## CAPÍTULO IV

# Herramientas de apoyo docente para el aula virtual

---

Samuel Vinueza Briones  
Bertha Naranjo Sánchez

### **Introducción**

La educación a través de la historia ha sido un reto para los docentes por la alta implicación que tiene en la sociedad. Son los estudiantes quienes deciden el futuro de cada país. Con la llegada de nuevas corrientes educativas el rol del profesor cambia: este ya no es un transmisor de contenido con una comunicación unidireccional (García Casaus *et al.*, 2021).

La educación presencial ha sido el método tradicionalmente aplicado por los docentes en los diferentes niveles de enseñanza, el acceso a la información era una de las mayores dificultades en la educación (Pinos-Coronel *et al.*, 2020), se debía asistir a una biblioteca o buscar información en libros y revistas. Pero el surgimiento de los medios digitales y la Internet impuso nuevos retos en la educación, pero también facilidades que anteriormente no existían.

Las grandes transformaciones tecnológicas que vive el mundo globalizado están transformando las relaciones sociales y la educación es uno de los sectores de mayor incidencia (Granda Asencio *et al.*, 2019). El adecuado empleo de las tecnologías contribuye a brin-

dar un aprendizaje de calidad, pero el uso inadecuado de las mismas puede tener efectos muy negativos en la educación (Pinos-Coronel *et al.*, 2020).

A partir de la implantación de las TIC se puede observar que las mismas han tenido un impacto notable sobre las actividades humanas de toda índole, y de forma creciente, se han convertido en herramientas primordiales de apoyo instruccional en los distintos niveles educativos, principalmente en la educación superior (Venegas-Ramos *et al.*, 2020). La agenda de 2030 para el desarrollo sostenible destaca el avance crucial de las TIC por lo que la UNESCO ha creado marcos internacionales que definen competencias necesarias para utilizarlas de forma efectiva (Flores y Meléndez, 2021).

El nacimiento de los estudiantes en la era digital posibilita el manejo de las TIC de manera natural lo cual favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero se debe diseñar el consumo de la información de manera diferente a lo tradicionalmente conocido. El profesorado tiene una alta responsabilidad en el diseño de metodologías idóneas para la correcta utilización de las mismas.

Por otra parte, el mundo se encontró con un gran desafío a causa de la declaración de la OMS de la Covid-19 como una pandemia (Vialart Vidal, 2020). Las primeras medidas en el mundo fueron cerrar las instituciones educativas con el objetivo de evitar los contagios (Pinos-Coronel *et al.*, 2020). Hasta 2020, según cifras de la UNESCO, el 91 % de los estudiantes estaba afectado por no poder asistir a las instituciones educativas con normalidad lo que provocó dificultades y limitaciones para su aprendizaje (Sandoval, 2020). Las instituciones educativas fueron sorprendidas desde el punto de vista metodológico al tener que enfrentar la nueva realidad. Dentro de los principales problemas detectados se identificaban los siguientes:

- Las escuelas no estaban preparadas para desarrollar clases virtuales.

- Insuficiente integración entre las tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a los procesos formativos.
- Desconocimiento de medios tecnológicos de miembros de los claustros, falta de seguridad en su utilización y resistencia al cambio.
- Existencia de una brecha digital.
- Escasas inversiones en diseñadores didácticos y en formación del profesorado para el uso pedagógico de las herramientas informáticas (Venegas-Ramos *et al.*, 2020).

Desde el punto de vista del rol de estudiante, la utilización de nuevos medios tecnológicos permite adquirir mayor autonomía y responsabilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, deja de ser el educador la única fuente de conocimiento para convertirse en un diseñador de nuevos escenarios educativos donde el estudiante debe moverse (Sandoval, 2020).

De acuerdo con Arrieta de Vera *et al.* (2010) algunos de los recursos TIC más utilizados son: videoconferencia, buscadores, software especializado, espacios virtuales de comunicación (foros, debates), correo electrónico, chats y mensajería instantánea, materiales didácticos multimedia (en línea o local), listas de discusión/distribución, pizarra electrónica, hardware (impresora, escáner, cámara digital, etc.).

Por otra parte, el desarrollo de las TIC en la educación ha impactado en múltiples aspectos como la motivación, la alfabetización digital y las destrezas transversales (Bárceñas y Morales, 2019). Han evolucionado aceleradamente las estrategias de aprendizaje. El comportamiento del estudiante se ha modificado, por ejemplo, ya no toman apuntes, toman fotografías con su celular. Para ellos, esto es más cómodo, práctico y fácil. Inclusive las tareas ya se envían por WhatsApp al jefe de grupo y este se encarga de avisarles a todos.

A partir de lo anteriormente planteado este trabajo investigativo pretende identificar herramientas que ayuden al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes en la educación en línea para



brindar condiciones favorables de desarrollo en el aula durante el proceso de aprendizaje. Para lograr este objetivo se pretende determinar las herramientas de apoyo docente para su uso en el aula virtual mediante una investigación de estadísticas de uso:

- Diagnosticar los problemas que presentan los docentes en el aula virtual para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje mediante relevamiento de una muestra.
- Identificar las herramientas que faciliten el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el aula virtual mediante informes de uso para presentar recomendaciones de las más usadas.
- Identificar las herramientas TIC de apoyo a través de pruebas con docentes para determinar las más adecuadas para el proceso enseñanza-aprendizaje.

## **Antecedentes**

El concepto de las TIC es definido como las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información, dentro de ellas son de particular importancia los ordenadores y programas que permiten crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar esa información de interés para diversos ámbitos (Sánchez-Prieto *et al.*, 2017).

La virtualización se comporta como una extensión del aula presencial, sustentada principalmente por la comunicación que se establece desde la distancia entre los actores del proceso que utilizan recursos didácticos de manera virtual, para desarrollar actividades con nuevas formas y formatos de distribución de contenidos (Vialart Vidal, 2020).

En los últimos años se ha visualizado un incremento en la utilización de la tecnología con fines educativos. Los dispositivos electrónicos más utilizados son las computadoras teléfonos y tabletas.

En 2006 se incluyó en el currículum del estudiante el tratamiento de la información y la competencia digital como aprendizaje

imprescindible. Ya en 2008 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) se pronuncia sobre la necesidad de que los estudiantes deben adquirir competencia digital y se debe dar tratamiento de la información explícita en el currículum (Bárceñas y Morales, 2019).

Un informe presentado por la UNESCO en el 2015 sobre el enfoque estratégico de las TIC en la educación en América Latina y el Caribe demuestra la necesaria actualización de las prácticas educacionales, así como los nuevos contenidos que deben estar en correspondencia con la nueva sociedad del conocimiento (Sandoval, 2020). Las TIC contribuyen a un nuevo entendimiento y visión de la escuela contemporánea, que sin olvidar los fundamentos pedagógicos tradicionales incorpora estas tecnologías a las nuevas formas de concebir la enseñanza y el aprendizaje.

Los educadores del siglo XXI están llamados a partir de experiencias innovadoras al desarrollo de capacidades en los estudiantes, como son: aprender a trabajar en equipo, empatía, creatividad, comunicación, inclusión, entre otras, apoyadas desde las herramientas TIC. Su uso contribuye al perfeccionamiento de estrategias como el constructivismo y el colaboracionismo, siendo las mismas herramientas mediadoras en la resolución de problemas (Pinos-Coronel *et al.*, 2020).

Las TIC generan un alto impacto en la sociedad del conocimiento fundamentalmente en dos aristas: la forma y el contenido. En el contexto educacional el efecto de las TIC ha sido multiplicador y el rol del docente es poder articular las herramientas para que el estudiante se apodere del conocimiento.

Dentro de las principales ventajas del uso de las herramientas que apoyan el proceso docente se destacan las siguientes:

- Existe una mayor interacción con la familia en el seguimiento del proceso educativo (Bárceñas y Morales, 2019).

- El nivel de competitividad aumenta en los estudiantes con el uso de herramientas profesionales y favorecen la atención diferenciada individual, el trabajo cooperativo y colaborativo, el aprendizaje autónomo y continuo; la autoevaluación, evaluación y control de los procesos instructivos y educativos (Granda Asencio *et al.*, 2019).
- Permite el desarrollo del aprendizaje personalizado, el estudiante escoge los recursos de acuerdo con su estilo de aprendizaje (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020).

En el contexto de la educación, diferentes estudios señalan que las herramientas más utilizadas por el profesorado en su práctica docente son: correos electrónicos, entornos o plataformas virtuales, herramientas para presentaciones visuales (videos, PowerPoint, otros) y herramientas de intercambio de archivos (Venegas-Ramos *et al.*, 2020).

## **Marco teórico**

### *Principales problemas que presentan los docentes en el aula virtual*

En la actualidad, los docentes y alumnos en formación no estaban acostumbrados a trabajar en entornos completamente en línea, ni se tenía definido el programa de TIC para darle al docente las herramientas necesarias para afrontar el fuerte reto que conlleva la educación a distancia (Arellano Landeros, 2021).

La educación virtual exige a los profesores, además de contar con las competencias digitales, cambiar el método de enseñanza a otro que sea compatible con los escenarios no presenciales (Acevedo-Duque *et al.*, 2020; Al Lily *et al.*, 2020). Al respecto, De Vincenzi (2020), sostiene que la diversidad de herramientas digitales genera diferentes efectos en los profesores: Para algunos, la novedad se convierte en un desafío, y para otros, en una pesadilla. El principal reto del docente está en la selección, integración curricular y adquisición de competencias, para la utilización y manejo de la información.

Diversas investigaciones apuntan que existe aún una subutilización de las herramientas docentes de apoyo virtual debido fundamentalmente a la falta de conocimientos y formación de los docentes en este sentido. Adicionalmente se debe tener en cuenta también el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre el manejo de las TIC dentro del proceso educativo, conscientes de que son nativos tecnológicos se asume que manejan cualquier herramienta tecnológica educativa, pero manejan únicamente programas de su preferencia como, por ejemplo, las redes sociales.

Otra deficiencia detectada es que al docente aún le resulta complejo la utilización de las herramientas para el control del aprendizaje, desaprovechándose sus grandes potencialidades en este sentido fundamentalmente en la autoevaluación (Granda Asencio *et al.*, 2019). Las actividades asíncronas acarrearán riesgos cuando no se supervisa el proceso adecuadamente, los materiales están disponibles fuera del círculo educacional o no se tiene dominio de las cámaras en las clases, todo lo cual limita la interacción con los estudiantes (Sánchez Díaz *et al.*, 2021).

En diversos trabajos los docentes encuestados estiman conveniente realizar formación en el uso didáctico de diferentes aplicaciones informáticas, App móviles, Internet y herramientas tecnológicas, sin mayores tendencias fuertes para la modalidad en que desean formarse (presencial, semipresencial, virtual) (Venegas-Ramos *et al.*, 2020). Adicionalmente existe una necesidad de modificar los actuales modelos y metodologías de presentación de los contenidos de instrucción, lo cual propicia dinámicas de interacción y desarrollo de prácticas colaborativas entre los docentes (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Vialart Vidal, 2020).

### *Métodos utilizados para el análisis de los resultados en las investigaciones y principales cuestionamientos*

Dentro de las principales técnicas utilizadas en la literatura para diagnosticar el problema en cuestión se encuentran la encuesta (Bár-

cenos y Morales, 2019; Venegas-Ramos *et al.*, 2020; Arellano Landeros, 2021), como la más utilizada. Dentro de las principales interrogantes que se realizan a los docentes en términos generales se encuentran las dificultades que presentan en el proceso de adaptación al utilizar las TIC como herramientas de aprendizaje, el dominio de habilidades y competencias, confianza con medios tecnológicos en el proceso de enseñanza, entre otras (Sandoval, 2020). Otras preguntas están encaminadas a la autoevaluación de las capacidades para trabajar en el aula virtual, conocer la disponibilidad de acceso a internet desde las casas, y determinar las aplicaciones más utilizadas para la comunicación.

Por otra parte, dentro de las variables que más se repiten se encuentran herramientas estudiantiles, herramientas para uso personal, herramientas para correo y navegadores y herramientas para juego (Bárceñas y Morales, 2019). Otro método utilizado en la literatura es la observación la cual permite determinar que en más del 80 % de las clases presenciales se utilizaron las herramientas como medio didáctico en apoyo a las actividades de los docentes y/o discentes (Arellano Landeros, 2021).

### *Herramientas TIC que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje*

En los trabajos relacionados con el tema de investigación, los hallazgos develan que las TIC son sustento material de los nuevos paradigmas educativos (Granda Asencio *et al.*, 2019). El papel de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje no solo provee herramientas, medios, recursos y contenidos, sino, principalmente, entornos y ambientes que promueven interacciones y experiencias de interconexión e innovación educativa, contribuyendo a la formación integral de docentes y estudiantes (Varguillas y Bravo, 2020, p. 220).

Se ha determinado que las computadoras personales son los dispositivos de mayor uso como herramienta didáctica tanto por docentes como por discentes, y que contribuyen significativamente

en la formación del estudiante (Pinos-Coronel *et al.*, 2020). Entre los discentes también tienen alta utilización las Tablet y los teléfonos móviles (Vialart Vidal, 2020), regularmente para captar imágenes y videos de momentos importantes del proceso de enseñanza-aprendizaje o para almacenar información textual, gráfica o de imagen (Granda Asencio *et al.*, 2019; Pinos-Coronel *et al.*, 2020).

Dentro de las herramientas más utilizadas se repite el Microsoft Word como procesador de textos y Microsoft PowerPoint para efectuar presentaciones como los más utilizados desde inicios del siglo hasta la actualidad (Bárceñas y Morales, 2019). Se observan altas frecuencias respecto al uso de los blogs, los sistemas operativos Windows y Mac OS, procesadores de texto, presentaciones multimedia, comunidades virtuales y entornos virtuales para compartir noticias, tales como Digg, Reddit, Menéame, Divoblogger, etc. (Pinos-Coronel *et al.*, 2020; Venegas-Ramos *et al.*, 2020).

Por otra parte, el uso de las videoconferencias depende de la región, en algunos lugares son muy usadas mientras en otras no tanto, el software de comunicación que más sobresale es Skype (Bárceñas y Morales, 2019). Como plataformas educativas se utilizan las institucionales orientadas por el docente, pero también se tiende a utilizar otras como Canvas, Moodle, Blackboard, D2L, Sakai, Schoology y Socrative (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Digion y Álvarez, 2021). Entre las aplicaciones más usadas son Drive, Facebook y YouTube, en cuanto a las redes sociales, las más sobresalientes son Facebook, YouTube e Instagram. Por su parte, las aplicaciones más utilizadas en el móvil son WhatsApp, Facebook, YouTube (Bárceñas y Morales, 2019) y para las videollamadas Zoom (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Arellano Landeros, 2021; Pinos-Coronel *et al.*, 2020).

Una de las herramientas educativas utilizadas para la gamificación del contenido es Kahoot, un recurso que ofrece una variedad de elementos para generar mayor interacción de manera sincrónica entre las y los estudiantes. Esta herramienta educativa permite que el/la profesor/a pueda diseñar y plantear encuestas, y promueva un

espacio de debate que conecte a los participantes desde sus celulares o computadoras (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020).

Una estrategia de enseñanza-aprendizaje que mostró resultados positivos en el aula virtual fue la gamificación, esta metodología resulta útil en asignaturas tediosas (García Casaus *et al.*, 2021; Pegalajar Palomino, 2021). Uno de los mayores atractivos de esta metodología es el uso de las TIC las cuales permiten en el estudiante una mayor toma de conciencia sobre la regulación de su experiencia de aprendizaje (Pegalajar Palomino, 2021). Asociados a este concepto existen un grupo de herramientas para la educación como Kahoot, entre otros (Gonzales-Saji *et al.*, 2020; Pegalajar Palomino, 2021).

En cada escenario es esencial realizar un diagnóstico para determinar cuáles son las herramientas que tienen una mayor aceptación por los docentes de acuerdo con las condiciones existentes y la realidad de cada contexto.

### *Educación en tiempos de COVID, el rol de las herramientas de apoyo docente*

El virus SARS-CoV-2, agente causante de la COVID-19, ha provocado perjuicio a nivel global en diversos escenarios, la educación ha sido uno de los más afectados ya que ha tenido que modificar su estilo de enseñanza haciendo que la principal estrategia de enseñanza de múltiples centros educacionales fuese la educación en modalidad virtual (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Sandoval, 2020; Vialart Vidal, 2020).

La pandemia ha generado una disrupción en el sistema educativo lo que ha impulsado aún más la utilización de las TIC en la enseñanza (Arellano Landeros, 2021). Durante la pandemia su utilización se convirtió en obligatoria siendo estas soporte del proceso de enseñanza-aprendizaje, cuidando que los estudiantes obtuvieran experiencias de situaciones potenciales de aprendizaje significativo de forma similar a como lo harían en los escenarios presenciales:

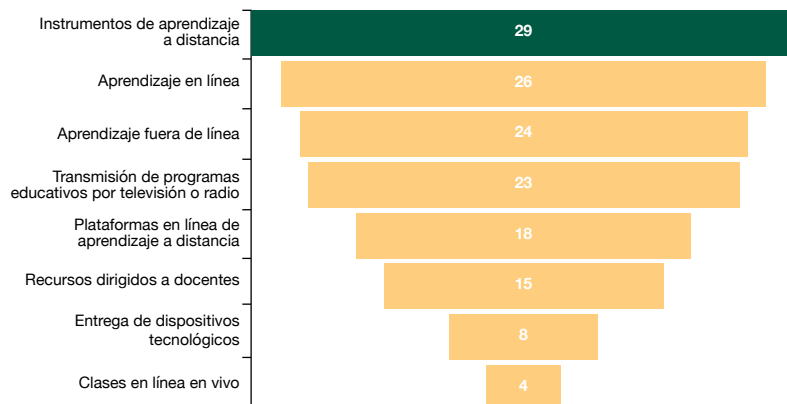
leer textos, formular preguntas, resolver problemas, entregar sus trabajos, participar en un debate o rendir un examen, entre otras tareas académicas (Digion y Álvarez, 2021).

Los docentes se enfrentaron al difícil y acelerado cambio de modelo, con adaptación de nuevas estrategias didácticas, sustentadas en variados soportes virtuales. La virtualización es una oportunidad que acorta las distancias, enriquece el proceso, permite el desarrollo de los programas de estudio normalmente, sin necesidad de suspender clases, porque los materiales y las actividades permanecen accesibles todo el tiempo y revelan la actitud de los estudiantes ante la gestión de su conocimiento, fortalecen las relaciones e inculcan la colaboración entre todos los actores (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Vialart Vidal, 2020). Adicionalmente facilitan la comunicación directa e individualizada, aumenta la confianza, su autoestima y la sensación de intimidad entre ellos y los demás (Pinos-Coronel *et al.*, 2020). En este entorno se necesita un cambio de mentalidad por parte de los docentes donde la flexibilidad es un elemento clave para tener una mejor interacción con el estudiante.

Los resultados de la adopción de nuevas estrategias basadas en la virtualidad luego de la Covid-19 han demostrado que las herramientas TIC son aliadas para el cumplimiento de los objetivos y ofrecen mayor motivación en los estudiantes (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020).

Un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, citado en Sánchez Díaz *et al.*, 2021), corrobora que luego de la llegada de la epidemia, las estrategias e instrumentos de aprendizajes han requerido un abordaje virtual. La siguiente figura muestra las estrategias más adoptadas por los 29 países incluidos en el estudio de CEPAL (ver figura 1).



**Figura 1***Estrategias adoptadas por países de la CEPAL*

Nota. Sánchez Díaz *et al.* (2021).

Torrecillas (2020) afirma que en las universidades públicas de España el aumento de las medidas de aislamiento social provocó la utilización de plataformas como: Blackboard Collaborate, Google Meet, Zoom o Microsoft Teams. Esto supuso un gran reto para dichas universidades ya que solo el 3,45 % impartían docencia no presencial en el curso 2018-2019. A eso se sumó el hecho de que el 67 % de los docentes son personas mayores de 45 años de edad que no poseen capacidades tecnológicas innatas. Estas universidades disponían de recursos tecnológicos, pero no estaban integrados a los recursos docentes de los profesores.

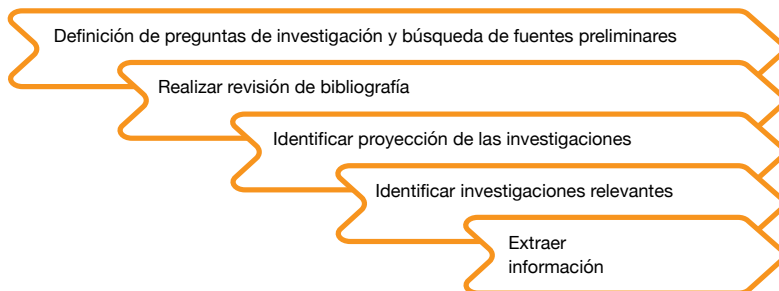
## Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el método descriptivo con un enfoque cualitativo lo cual permite identificar las herramientas TIC que los docentes pueden usar en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula virtual.

Para cumplir el objetivo de la investigación se siguieron los siguientes pasos para realizar una revisión sistemática de la bibliografía, ver figura 2.

**Figura 2**

*Pasos de la revisión de literatura*



Para conducir la búsqueda se elaboró una guía para el análisis el análisis bibliográfico con los siguientes aspectos:

- Palabras claves a usar: español e inglés
- Fuentes de investigación:
  - Pertenecientes a las áreas de herramientas que favorecen el proceso de aprendizaje en el aula virtual, tendencias en tiempos de covid-19.
  - Trabajos disponibles de forma gratuita
  - Publicaciones en formato electrónico
- Almacenamiento de la información: Mendeley
- Se establecieron seis niveles de lectura donde se consideró:
  - Título, resumen, introducción, estructura del trabajo, conclusiones, trabajo completo. Los tipos de lectura fueron realizados de manera secuencial. Los desechados son porque los elementos abordados no responden a los objetivos de la investigación.

- Palabras claves de búsqueda: (“herramientas TIC” OR “herramientas virtuales”) AND (“proceso de enseñanza-aprendizaje” OR “aula virtual”) AND (“dispositivos”) AND (“método”)
- Tipos de trabajos a considerar:
  - Relacionados con las herramientas TIC para el proceso de enseñanza- aprendizaje, con los dispositivos electrónicos para el proceso de enseñanza- aprendizaje y utilización de herramientas TIC en época de COVID-19.

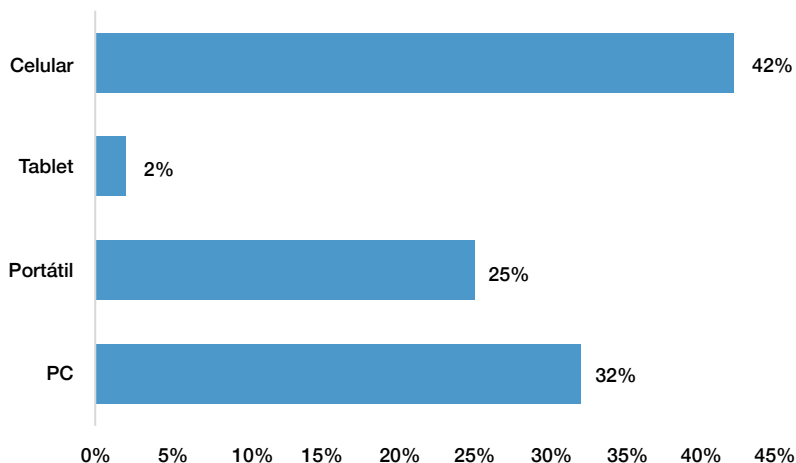
## **Métodos y técnicas de recopilación de datos**

Para la recolección de datos se aplicaron dos encuestas en un primer momento a una muestra de 60 docentes de EGB y bachillerato para diagnosticar los problemas que presentaban en el aula virtual con el uso de herramientas. De esta manera se identificaban las herramientas que se debía potenciar para su uso y capacitación. En un segundo momento, luego de la capacitación a los docentes brindada por estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación de la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil. La encuesta comprobó el grado de satisfacción de los docentes en el curso y la asimilación de conocimientos respecto a las herramientas impartidas, así como un diagnóstico del uso futuro. Los resultados fueron obtenidos con un porcentaje de confianza del 95 % y un margen de error de 4,5 %.

## **Resultados**

A partir de la aplicación del instrumento a un total de 60 docentes, se muestran los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. La encuesta se realizó a través del correo electrónico que detallaba el objetivo del instrumento y la importancia de la contribución de los docentes con sus repuestas.

A continuación se resumen las principales preguntas aplicadas en la encuesta.

**Pregunta 1.** ¿Qué dispositivo usa en las clases virtuales?**Figura 3***Dispositivos que se usan en clases*

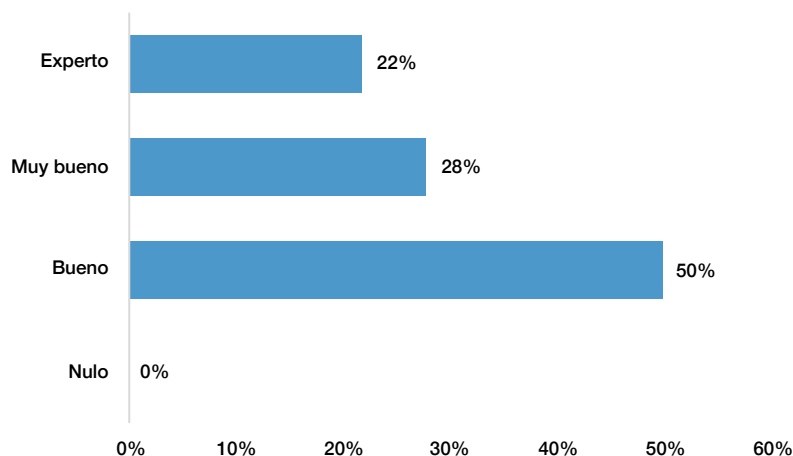
Como se observa (ver figura 3), el porcentaje más alto de utilización es para los celulares debido a que en la época actual todos cuentan con este dispositivo que ofrece fácil accesibilidad. Seguido se tiene a las PC, las cuales ocupan este lugar ya que son generalmente más económicas que las computadoras portátiles, las cuales ocupan el tercer lugar en la lista cuya característica más importante es que ofrecen la portabilidad que muchos docentes necesitan para preparar el material y desarrollar sus clases. Por último y no menos importantes están las tabletas electrónicas cuya capacidad menor a los smartphones les da desventajas.

Otro de los aspectos estudiados estuvo relacionado con el nivel de conocimiento que consideran tener las personas respecto a las TIC.

**Pregunta 2.** ¿Cuál considera que es su nivel de conocimiento respecto a las TIC?

**Figura 4**

*Nivel de conocimiento de las TIC*



El mayor porcentaje acorde a la figura 4, lo obtuvo la etiqueta Bueno, es decir que el 50 % de docentes consideran que su nivel de conocimiento en TIC es bueno, el 28 % de los docentes considera que su conocimiento es Muy bueno, el 22 % considera ser Expertos en conocer sobre TIC. Lo anterior justifica la realización del curso a los docentes a fin de que actualicen y aumenten sus conocimientos en el ámbito de las herramientas TIC.

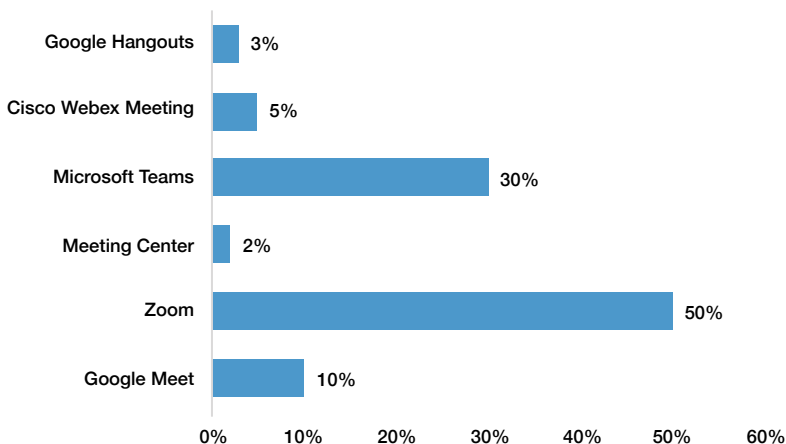
Se observa (figura 5), que el porcentaje más alto corresponde a la plataforma Zoom, debido a que posee una interfaz amigable con el usuario y tiene alta disponibilidad en todas las plataformas. En segundo lugar los docentes usan Microsoft Teams, fundamentalmente debido a la expansión y estrategias aplicadas por la compañía Microsoft durante la pandemia. En tercer lugar, Google Meets, que ha tenido una tendencia más baja de uso ya que en muchos casos los usuarios no poseen cuentas de Google necesarias para poder usar esta aplicación. En cuarto lugar, Cisco Webex, reconocida solo por algunos docentes

debido a los cursos impartidos por la compañía CISCO. En quinto lugar está Google Hangouts y en último lugar Meeting Center, que son de las menos usadas por el desconocimiento de su existencia.

### Pregunta 3. ¿Qué herramientas de video conferencia utiliza?

Figura 5

*Herramientas de video conferencia que se utilizan*



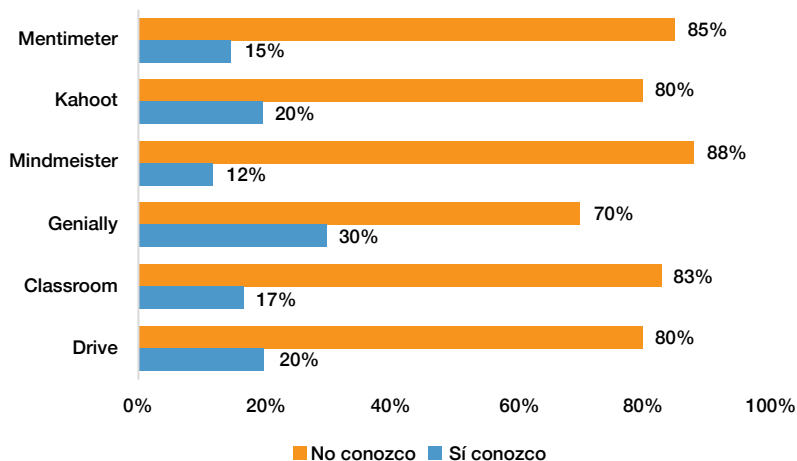
Al consultar el nivel de conocimiento sobre algunas herramientas específicas identificadas como más usadas a nivel internacional, los resultados se muestran en la figura 6.

Como se puede apreciar en la figura 6, las herramientas más conocidas son Genially con el 30 % de los docentes, seguida de Google Drive y Kahoot con un 20 %, Classroom, con el 17 %. Las menos conocidas son Mentimeter con 15 % y Mindmeister con el 12 %. Si bien es cierto existe conocimiento de las herramientas TIC como Drive y Classroom, este no es un número representativo de docentes para el trabajo en modalidad en línea, por lo que se requiere profundizar en estos temas por parte de los docentes para favorecer la educación de los estudiantes de forma tal que puedan acceder a gestionar una planificación académica, entre otras herramientas que faciliten o automaticen la gestión académica docente.

### Pregunta 4. Indique si conoce las siguientes herramientas

Figura 6

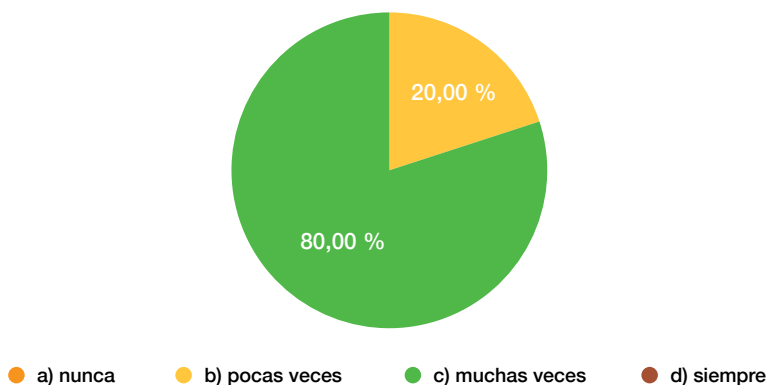
Otras herramientas TIC que se utilizan



### Pregunta 5. ¿Indique principalmente para qué usa las herramientas TIC?

Figura 7

Uso de las herramientas



El 30 % de los docentes utiliza las herramientas TIC para hacer participar activamente a sus estudiantes en clases, el 28 % lo usa como un método para captar la atención de sus estudiantes durante las clases, al 20 % le sirve para fomentar el trabajo colaborativo y cooperativo entre los alumnos, el 13 % para motivar a sus alumnos a investigar, finalmente el 8 % lo utiliza para evaluar al alumno. Como se observa en la figura 7, los docentes utilizan las herramientas TIC principalmente para hacer participar a sus estudiantes en clases. Es mediante ellas que los estudiantes tienen la posibilidad no solo de ver la clase sino de interactuar con sus docentes y con sus compañeros, simulando el ambiente físico del aula tradicional.

A raíz de los resultados obtenidos en las encuestas anteriores se imparte el curso a docentes de Educación General Básica (EGB) y bachillerato el cual fue gratuito con el apoyo de la Asociación de Profesores de Educación Primaria (APEP-G) y la Cátedra UNESCO Tecnologías de apoyo para la inclusión educativa, de la Universidad Politécnica Salesiana. En él se profundizó en las herramientas anteriormente detectadas como poco conocidas. Una vez culminado el curso se aplicó el instrumento cuestionario para diagnosticar el estado de los docentes y su satisfacción.

Como se aprecia en la figura 8, todas las herramientas resultaron muy interesantes para los docentes que recibieron el curso. Kahoot alcanzó el 100 %, Classroom el 93 %, Mindmeister y Drive 92 % y Mentimeter el 90 %. Kahoot acaparó la atención de los participantes del curso por la temática de concurso que implica que los estudiantes compitan y se esfuercen por responder correctamente los contenidos que aparecen en las pantallas. Al final, los docentes pueden recompensar a quienes alcanzaron la mayor cantidad de respuestas correctas. Mindmeister ofrece como potencial que los docentes puedan elaborar mapas mentales, pero también puede ser usada por sus alumnos para que desarrollen sus propios mapas. Mentimeter fue otra herramienta muy interesante que funciona online para que los docentes puedan hacer preguntas a sus estudiantes

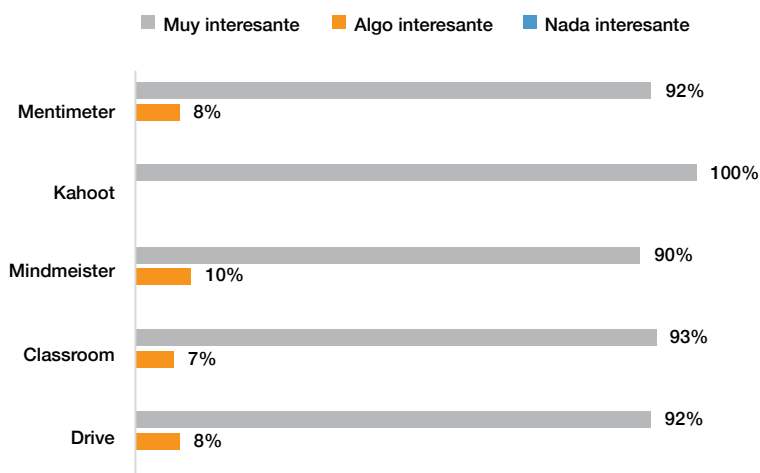


en forma de juego. En cuanto a Drive les pareció muy interesante la posibilidad de enlazar los archivos que tienen en la nube con su computadora y así puedan acceder offline a dichos archivos.

**Pregunta 1.** ¿Qué temas le han parecido más interesantes en el curso?

Figura 8

*Temas más interesantes en el curso*



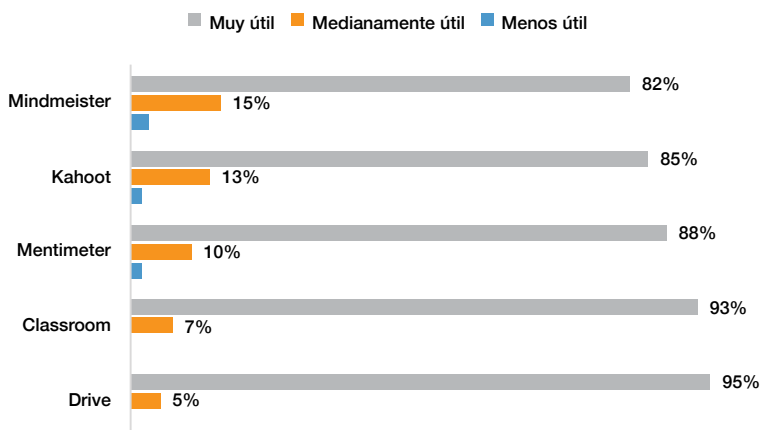
Como se observa en la figura 9, en cuanto a la utilidad, el 95 % de los docentes indicaron que Drive es la herramienta que les pareció más útil, ya que en ella pueden almacenar y crear archivos como procesadores de texto, hojas de cálculo, presentaciones, formularios para encuestas y muchas más, dependiendo de lo que requieran los docentes y su área de enseñanza. Así mismo, el 93 % considera muy útil a Classroom por el panel muy intuitivo que se presenta como pantalla principal desde el cual el estudiante puede acceder a cada una de las clases en las que está inscrito para subir tareas y actividades en clase que luego los docentes pueden calificar y dar sus retroalimentaciones a través de la misma plataforma. Respecto a Mentimeter, el 88 % de los docentes mencionaron a esta herramienta como de mucha utilidad y

facilidad de uso, ya que el registro es opcional y se puede usar tanto en un navegador web como en la app. En cuanto a Kahoot el 85 % indicó su utilidad para fomentar la sana competitividad en los estudiantes. Mientras que al 82 % le pareció más útil Mindmeister por su sencillez para usarla.

**Pregunta 2.** ¿Cuáles de las herramientas que aprendió en el curso, le parecieron más útiles?

**Figura 9**

*Herramientas más útiles*

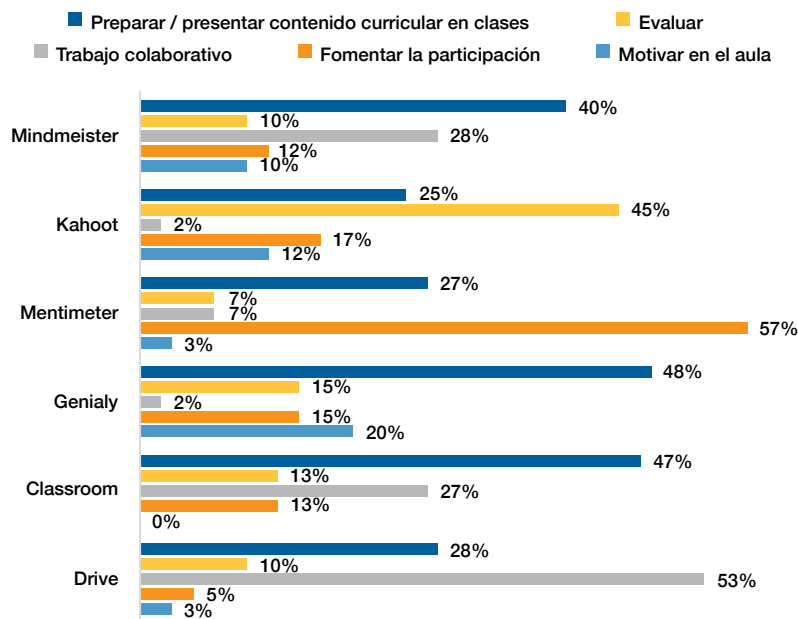


Finalmente, al consultar qué herramientas utilizaría en el futuro (figura 10), los resultados más relevantes indican que el 57 % utilizaría Mentimeter para fomentar la participación en clase de los estudiantes. El 53 % usaría Drive para fomentar el trabajo colaborativo. El 48 % utilizaría Genially para motivar a sus estudiantes en el aula. El 47 % usaría Classroom para preparar y presentar contenido curricular en clases. El 45 % indicó que Kahoot la usaría para evaluar a sus estudiantes. En general se observó la predisposición para hacer uso de todas estas herramientas ya que se complementan entre sí y sirven tanto a docentes como a los estudiantes para hacer posible que se desarrolle un esquema curricular de forma virtual.

**Pregunta 3.** ¿Para qué utilizaría estas herramientas en el futuro?

**Figura 10**

*Utilización de estas herramientas en el futuro*



## Discusión

El estudio realizado a partir de referentes de los últimos tres años fundamentalmente demuestra que la utilización de herramientas TIC ha ido en ascenso en el campo de la educación por sus múltiples ventajas y facilidades de adopción para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los hallazgos encontrados respecto a las herramientas que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, señalan que los teléfonos celulares y computadoras de escritorio (PC) son los dispositivos de mayor uso (Rakhmatov, 2021; Alakurt y Yilmaz, 2021), lo cual se

comporta de igual manera en el estudio realizado a través de la encuesta en esta investigación. Respecto a las herramientas para realizar videoconferencias sobresalen la existencia de múltiples opciones, pero en la encuesta realizada a la muestra obtienen mayor ponderación Zoom y Microsoft Teams, en ese orden, lo cual se encuentra en correspondencia con la tendencia internacional (Alosilla-Velazco *et al.*, 2020; Arellano Landeros, 2021; Pinos-Coronel *et al.*, 2020; Ismail *et al.*, 2021). Los resultados también demostraron luego de las capacitaciones la gran aceptación de las herramientas Drive, Mentimeter, Kahoot, Classroom, y Mindmeister en ese mismo orden (Gonzales-Saji *et al.*, 2020; Pegalajar Palomino, 2021). Debería promoverse su uso en la institución debido a sus grandes potencialidades y facilidades de uso para docentes y estudiantes.

Los principales problemas que presentan los docentes en el aula virtual están asociados a su preparación para adoptar nuevos modelos y herramientas informáticas de manera acelerada porque los tiempos actuales lo exigen. El desconocimiento en muchos casos provoca la no utilización de las TIC para la automatización de la gestión académica docente.

Por último, cabe destacar que la llegada de la Covid-19 impuso a las instituciones un mayor reto en la utilización de aulas virtuales y en el acelerado aprendizaje de herramientas TIC para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque las instituciones educacionales en muchos lugares del mundo han vuelto a la normalidad la utilización de las aulas virtuales se ha convertido en un mecanismo ampliamente utilizado en el mundo que se encuentra en un proceso de constante perfeccionamiento.

## **Conclusión**

En esta investigación se identificaron los principales problemas que presentan los docentes en el aula virtual a través de la revisión de trabajos previos y de encuestas aplicadas, siendo la falta de conocimiento y formación en herramientas TIC la principal dificultad.

Herramientas como Zoom y Microsoft Teams son las principales herramientas TIC usadas en el aula virtual, estas herramientas fueron de apoyo fundamental al docente durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de sus estudiantes durante la pandemia.

Las capacitaciones realizadas a una muestra de docentes de EGB y Bachillerato fiscal de la ciudad de Guayaquil, en herramientas TIC, arrojaron resultados positivos y demuestran el interés y predisposición de los docentes por aprender el uso de diferentes herramientas para aplicarlas una vez que logran su dominio.

## Agradecimientos

Al grupo TICAD, la Cátedra UNESCO y el grupo de Innovación educativa GIE-IDI por permitirnos participar dentro del proyecto de investigación MEMOTECH que llevan adelante con diversas instituciones educativas que mantienen convenios interinstitucionales con la Universidad Politécnica Salesiana. A todos los docentes de las diferentes entidades educativas que colaboraron en el proceso.

## Referencias bibliográficas

- Acevedo-Duque, Á., Argüello, A., Pineda, B. y Turcios, P. (2020). Competencias del docente en educación online en tiempo de COVID-19: Universidades Públicas de Honduras. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(2), 206-224.
- Al Lily, A. E., Ismail, F. A., Abunasser, F. M. y Alhajhoj Alqahtani, R. H. (2020). Distance education as a response to pandemics: Coronavirus and Arab culture. *Technology in Society*, 63, 101317. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2020.101317>
- Alakurt, T. y Yilmaz, B. (2021). Teachers' views on the use of mobile phones in schools. *J Comput Educ Res.*, 9(18).
- Alosilla-Velazco, M., Paredes, J. D. y Torre, M. del C. (2020). Herramientas tic para el desarrollo de competencias: una experiencia de enseñanza-aprendizaje en modalidad a distancia. *En Blanco y Negro*, 11(1), 48-59.

- Arellano Landeros, J. (2021). El aula virtual como estrategia didáctica en un mundo transformado por el Covid-19. *Revista RedCA*, 3(9), 41-60. <https://doi.org/10.36677/REDCA.V3I9.15823>
- Arrieta de Vera, R., Flórez Crissien, M. y Martínez Palmera, O. (2010). *Articulación pedagogía- tecnología un medio para mejorar las competencias del lenguaje y la comunicación*. Educosta.
- Bárceñas, M. del C. M. y Morales, U. C. (2019). Herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de educación superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19), e005. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.494>
- De Vincenzi, A. (2020). Del aula presencial al aula virtual universitaria en contexto de pandemia de COVID-19. *Debate Universitario*, 8(16), 67-71.
- Digion, L. B. y Álvarez, M. M. (2021). Experiencia de enseñanza-aprendizaje con aula virtual en el acompañamiento pedagógico debido al Covid-19. *Apertura*, 13(1), 20-35. <https://doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1957>
- Flores, L. y Meléndez, C. (2021). Análisis comparativo del b-learning y e-learning en competencias TIC para la docencia en educación superior. *Revista Innova Educación*, 3(4), 173-190. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.04.013>
- García Casaus, F., Cara Muñoz, J. F., Martínez Sánchez, J. A. y Cara Muñoz, M. M. (2021). La gamificación en el aula como herramienta motivadora en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Logía, Educación Física y Deporte: Revista Digital de Investigación en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 1(2), 43-52.
- Gonzales-Saji, F., Jimenez-Gonzales, L., Lopez-Condori, J., Romero-Chalhua, M. y Yanyachi-Aco-Cardenas, P. (2020). Gamificación como estrategia en el proceso de enseñanza aprendizaje y su impacto en estudiantes de la escuela profesional de Ciencias de la Educación. *18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. Virtual Edition. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.249>
- Granda Asencio, L. Y., Espinoza Freire, E. E. y Mayon Espinoza, S. E. (2019). Las TIC como herramientas didácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Conrado*, 15(66), 104-110.
- Ismail, H., Khafaji, H., Fasla, H., Younis, A. y Harous, S. (2021). A cognitive style-based usability evaluation of zoom and teams for online lecturing activities. *IEEE Glob Eng Educ Conf EDUCON. 2021*; 1565-1570.

- Pegalajar Palomino, M. del C. (2021). Implicaciones de la gamificación en Educación Superior: una revisión sistemática sobre la percepción del estudiante. *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 169-188. <https://doi.org/10.6018/RIE.419481>
- Pinos-Coronel, P. C., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C. y Narváez-Zurita, C. I. (2020). Las TIC como mediadoras en el proceso enseñanza-aprendizaje durante la pandemia del COVID-19. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 121-142. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i1.772>
- Rakhmatov, D. (2021). Mobile Technologies in the Higher Education System. *Ment Enlight Sci J.*, (02), 182-196.
- Sánchez-Prieto, J. C., Olmos-Migueláñez, S. y García-Peñalvo, F. J. (2017). Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 273-292. <https://doi.org/10.5944/RIED.20.2.17700>
- Sánchez Díaz, L. C., Sánchez García, J. E., Palomino Alvarado, G. del P. y Verges, I. Y. (2021). Desafíos de la educación universitaria ante la virtualidad en tiempos de la pandemia. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 27(4), 32-48.
- Sandoval, C. H. (2020). La educación en tiempo del Covid-19 herramientas tic: el nuevo rol docente en el fortalecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje de las prácticas educativa innovadoras. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 9(2), 24-31. <https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.138>
- Torrecillas, C. (2020). El reto de la docencia online para las universidades públicas españolas ante la pandemia del Covid-19. *ICEI Papers COVID-19*, (16), 1-4.
- Varguillas, C. S. y Bravo, P. C. (2020). Virtualidad como herramienta de apoyo a la presencialidad: Análisis desde la mirada estudiantil. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(1), 219-232.
- Venegas-Ramos, L., Luzardo Martínez, H. J. y Pereira Santana, A. (2020). Conocimiento, formación y uso de herramientas TIC aplicadas a la Educación Superior por el profesorado de la Universidad Miguel de Cervantes. EDUTEC. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (71), 35-52. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1405>
- Vialart Vidal, M. N. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Educación Médica Superior*, 34(3), e2594.

CAPÍTULO V

# **Herramientas de aprendizaje inclusivo: apoyo en la clase virtual de personas con discapacidad auditiva**

---

Juan Carlos Arias  
Bertha Naranjo Sánchez

## **Introducción**

En la actualidad, la nueva normalidad por la pandemia del Covid-19 nos ha obligado a dar un giro de 360 grados en todo lo que hacemos y la forma cómo lo hacemos, sin lugar a duda se han producido transformaciones en nuestro quehacer diario que han generado cambios tan drásticos que en ocasiones no hemos tenido tiempo para reflexionar si los mismos afectan o no a otras personas. Este artículo nos permite reflexionar sobre la inclusión educativa que a través de las TIC (Tecnologías de información y comunicación) se brinda en todas las instituciones educativas, puesto que las personas con discapacidad aún se encuentran con barreras que no deberían existir pero que están presentes en las TIC no accesibles.

Esta investigación permite analizar un tema poco investigado desde la perspectiva del estudiante con discapacidad auditiva quien en una educación inclusiva online, debido a la crisis del Covid-19, puede presentar problemas para enfrentar situaciones en un aula virtual de clases como el hecho de compartir conocimientos en un



grupo virtual de trabajo donde estén personas con discapacidad y sin ella, la integración a un trabajo cooperativo y colaborativo, barreras comunicacionales dentro de un equipo de trabajo, entre otros son temas que constituyen un reto para los estudiantes con discapacidad auditiva, quienes ven limitado su accionar para alcanzar las mismas oportunidades de progreso y desarrollo en este campo, dentro de un marco de igualdad de oportunidades.

“La audición y el lenguaje limitados afectan al desarrollo cognitivo del estudiante” (Ministerio de Educación, 2019; García y Herrero, 2008; Estévez, 2010; Rodríguez y Arroyo, 2014), por lo que conocer herramientas que ayuden al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes con discapacidad auditiva es importante para brindar igualdad de condiciones en su proceso de aprendizaje en el aula. Aunque este concepto ya no es aceptado por algunos autores (Ramos, 2010).

Tener discapacidad auditiva parecería en sí mismo tener una barrera para una inclusión educativa eficiente; pese a que existe una normativa vigente en el Ecuador que promueve la inclusión de personas con discapacidad en el aula regular, muchas son las debilidades del sistema educativo para recibir a estos alumnos, en especial los docentes indican no contar con formación en materia de TIC, inclusión y discapacidad para hacer realidad el proceso educativo inclusivo (Naranjo, 2017, 2018).

Este trabajo investigativo está orientado a conocer las herramientas TIC que pueden ayudar a la inclusión de estudiantes con discapacidad auditiva en el aula o laboratorio, ya que dar clases en la nueva normalidad, constituyen todo un reto para los docentes que no han trabajado con estudiantes con discapacidad.

Así mismo se destacan los problemas que deben enfrentar docentes quienes al no conocer cómo deben tratar a los estudiantes con este tipo de discapacidad los relegan o aíslan generando una sensación de exclusión educativa en el estudiante sordo.

Identificar las herramientas que facilitan el proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes con discapacidad auditiva, integrar herramientas para una mejor aplicación de la inclusión del estudiante con discapacidad auditiva en el aula son entre otras las motivaciones que este trabajo presenta como aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje inclusivo.

## **Marco teórico**

### *Discapacidad*

La Convención Internacional sobre los derechos de las personas con discapacidad en el preámbulo literal e indica que:

La discapacidad es un concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás. (Convención, 2008, p. 1)

Además, describe que:

Las personas con discapacidad incluyen a aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás. (Convención, 2008, p. 4)

En el Ecuador existe la Ley Orgánica de Discapacidades con su reglamento que en el Capítulo 1, Art. 1 precisa que en concordancia con lo establecido en la Ley, se entenderá por:

Persona con discapacidad a aquella que, como consecuencia de una o más deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales, con independencia de la causa que la hubiera originado, ve restringida permanentemente su capacidad biológica, psicológica y asociativa para ejercer una o más actividades esenciales de la vida diaria, en una proporción equivalente al treinta por ciento (30 %) de discapacidad, debidamente calificada por la autoridad sanitaria nacional. (República del Ecuador, 2012)

Hace muchos años, algunos padres de familia no sabían cómo incluir a sus hijos con alguna discapacidad en el proceso educativo regular y lo que tradicionalmente ocurría era que las personas con discapacidad eran prácticamente reclusas en sus casas sin oportunidades para desarrollar destrezas ni acceso educativo peor aún laboral (Naranjo *et al.*, 2015a) (Naranjo *et al.*, 2015b).

Existen varios tipos de discapacidad, cada uno de ellos requiere de un abordaje específico desde el campo educativo. Este artículo centra su área de investigación en la discapacidad auditiva.

### *Discapacidad auditiva*

La discapacidad auditiva existe cuando un sujeto pierde la capacidad de oír en mayor o menor grado, es una situación que no se puede ver, por tal motivo los médicos, pediatras, profesores, padres de familia y la sociedad en general, no la perciben, en ocasiones no se presta atención a la salud auditiva a tal punto que en ocasiones no notan la pérdida paulatina de la audición.

En el mundo 1500 millones de personas tienen algún grado de discapacidad auditiva, es decir más del 5 % de la población mundial, según datos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) (OMS, 2021), mientras que en el Ecuador, acorde a estadísticas del CONADIS (Consejo Nacional para la igualdad de Discapacidades) de Abril de 2021, tal como se observa en la figura 1, 66 722 personas poseen discapacidad auditiva, el 55,15 % con un nivel del 30 al 49 %, 19 300 personas comprendidas entre los 25 y 50 años de edad, es decir el 32,48 % de este colectivo y es el género masculino el que presenta mayor porcentaje de esta discapacidad (CONADIS, 2021a).

La discapacidad auditiva se clasifica en hipoacusia y sordera o sordera, los niveles o grados de la discapacidad auditiva pueden ser: leve, moderada o severa, de allí que su déficit al lenguaje oral puede ser parcial o total dependiendo de diversos factores, por ello es necesario revisar cada una de ellas para su mejor comprensión.

La hipoacusia está caracterizada por una disminución en la agudeza auditiva, con pérdidas que pueden ser consideradas como leves (20 a 40db) o medias (40 a 70 db) (Castejón, y Navas, 2011), la persona con discapacidad auditiva puede adquirir el lenguaje oral a través de aparatos auditivos o implantes como el coclear, pero esto no ocurre en el caso de la sordera o anacusia que es una pérdida severa de la audición (superior a 70 db), por lo que es considerada una discapacidad avanzada y “no es funcional en la vida diaria” (Castejón y Navas, 2011). Las personas con este nivel de discapacidad usan la lengua de señas como principal vía de comunicación (García *et al.*, 2011).

**Tabla 1**

*Clasificación de la discapacidad auditiva*

Tipo de audición	Nivel de audición	Rango de db
Audición normal	Normal	De -10 a 20 dB
	Pérdida ligera	De 20 a 40 dB
Hipoacusia	Pérdida media	De 40 a 70 dB
	Pérdida severa	De 70 a 90 dB
Sordera profunda	Pérdida profunda	De 90 a 100 dB
	Cofosis funcional	De 100 a 120 dB
	Cofosis	Por encima de 120 dB

*Nota.* Elaboración propia a partir de autores citados.

Otros autores identifican diferentes rangos de decibeles para la clasificación, como se muestra en la tabla 1, los autores establecen una frontera en los 90 dB, con el fin de identificar una clasificación más sencilla, según la cual, se distingue entre hipoacúsicos y sordos profundos.

Se llama hipoacúsicos a las personas con pérdidas auditivas inferiores a los 90 dB y que tienen la posibilidad de adquirir el lenguaje por vía auditiva (aunque sea precisa una enseñanza intencional),

por el contrario, se denomina sordos profundos a las personas con pérdidas auditivas superiores a los 90 dB y que tienen que adquirir el lenguaje por vía visual. (García *et al.*, 2011, p. 315)

En el ámbito educativo, se alega que los niños con deficiencia auditiva no detectada tienen problemas de conducta, incluso se piensa que la audición es una cuestión de actitud, por lo que es usual que se etiquete al estudiante como desatento o rebelde al estudio, el hecho de que no se preste atención oportuna a los problemas de aprendizaje conlleva a la falta de diagnóstico y tratamiento oportunos, por lo que la discapacidad es inminente si no se trata oportunamente.

El diagnóstico de la sordera afecta al aprendizaje, autoestima y actitud del individuo hacia la vida y por consecuencia a su desarrollo integral. Las personas sordas profundas, tienen la lengua de señas como su forma de comunicación natural mientras que las que pueden comunicarse parcialmente lo hacen apoyados de ayudas sugeridas acorde a diagnóstico médico como los implantes cocleares.

“La sordera es algo más que no percibir los sonidos y es erróneo creer que todos los deficientes auditivos son iguales y que su problema se centra únicamente en la falta de audición y de lenguaje pues el problema es mucho más complejo porque la deficiencia auditiva grave conlleva importantes implicaciones en el desarrollo global de la persona” (OMS, 2021), que si bien residen en el oído abarcan otras funcionalidades básicas además de la percepción del habla.

El tipo de comunicación no es único, puede que las personas expresen sus ideas a través del lenguaje tradicional hablado o escrito, pero también podrían hacerlo por lenguajes alternativos o aumentativos como la lengua de señas, pero esto requiere de un proceso de aprendizaje y aceptación de la condición para poder sobrellevar y adaptarse a una nueva forma de comunicación con el otro. Los niveles de audición y lenguaje varían según la intensidad de la pérdida auditiva, y este aspecto es necesario que sea comprendido por los docentes en el aula.

## *La comunicación*

El principal factor que se ve afectado en la discapacidad auditiva es la comunicación. Los elementos que intervienen en un proceso de comunicación son: emisor, receptor y medio. Si el emisor no puede enviar el mensaje de la forma tradicional por sí solo ya existe una barrera para la cotidianidad, y si las personas no conocen un lenguaje, sistema o lengua alternativa la situación es aún más compleja. El medio transporta el mensaje hasta su receptor y si este último no conoce ese sistema alternativo de comunicación usado por el emisor, el proceso no fluye; si las personas conocieran la diversidad y las diversas discapacidades, así como la forma de interactuar en este caso, no existirían barreras, ya que según a la nueva definición del modelo de discapacidad, las barreras las impone la sociedad, que debe estar preparada para atender la discapacidad bajo el enfoque de la diversidad.

La Carta Magna del Ecuador, sección sexta de personas con discapacidad en el art. 47, literal 11, establece “el derecho a usar formas alternativas de comunicación, entre ellos el lenguaje de señas para personas sordas, el oralismo y el sistema braille” (Constitución de la República del Ecuador, 2008), por lo que no existe un único tipo de comunicación, puede que las personas expresen sus ideas a través del lenguaje tradicional hablado o escrito, pero también podrían hacerlo por sistemas de comunicación alternativos, actualmente con el apoyo de las tecnologías.

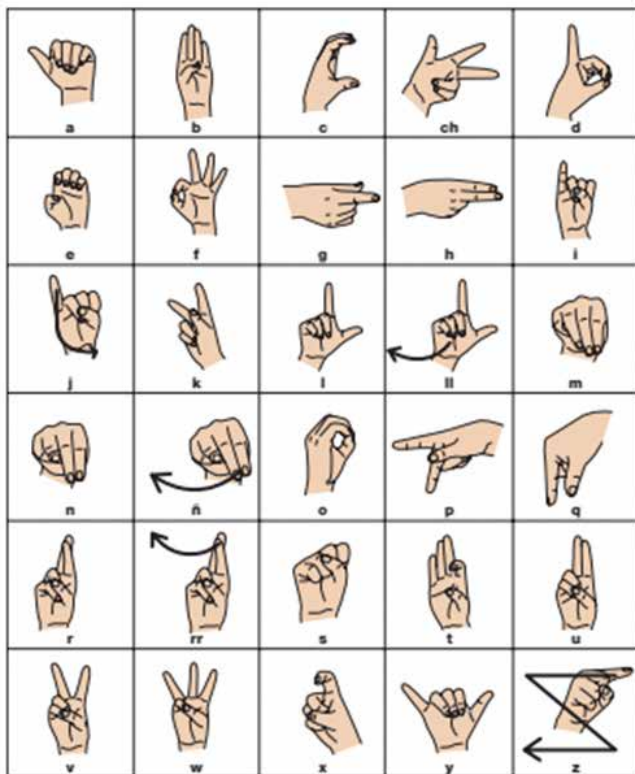
Las personas con sordera y sordoceguera necesitarán para facilitar su comunicación, el apoyo de un intérprete que domine lengua de señas inclusive las hipoacúsicas si no cuentan con implante o no recibieron terapias que facilitaron la incorporación del lenguaje (Ramos, 2010).

De todos los esquemas de comunicación existentes, el que utilizan las personas con discapacidad auditiva es la lengua de señas; con la finalidad de incluir a las personas con discapacidad auditiva, varios países han establecido una lengua de señas diferente. En el

Ecuador se creó e integró un plan estratégico de accesibilidad para personas con discapacidad auditiva, en el cual se pretendió alcanzar el mejoramiento de las condiciones de accesibilidad para este colectivo con el apoyo de la Federación Nacional de Personas Sordas y se creó el Diccionario de Lengua de señas ecuatoriana (LSE) disponible en el sitio web del CONADIS para acceso del público en general como se observa en la figura 1, el Alfabeto de Lengua de Señas Ecuatoriana (CONADIS, 2021b).

Figura 1

*Alfabeto de lengua de señas ecuatoriana*



Nota. CONADIS (2021).

Si bien algunas personas con discapacidad auditiva pueden hacer lectura de labios y expresarse de alguna forma con frases cortas, esto puede causar problemas de comprensión e incomprensión entre emisor y receptor por lo que es necesario contar con un intérprete de lengua de señas, lo cual implica un costo por lo que al no disponer de un intérprete les toca enfrentar la vida de alguna forma y es allí donde las herramientas TIC o aplicaciones pueden contribuir significativamente a su autonomía.

### *Aprendizaje en el aula*

El artículo 28, de la Ley Orgánica de Discapacidades del Ecuador, establece que:

...las instituciones educativas deben promover la inclusión de estudiantes con necesidades educativas especiales que requieran apoyos técnicos-tecnológicos, humanos, tales como personal especializado, temporales o permanentes y los docentes deben dar apoyo y seguimiento pedagógico a las y los estudiantes, para superar el rezago y dificultades en los aprendizajes y en el desarrollo de competencias, capacidades, habilidades y destreza. (República del Ecuador, 2012, p. 11)

Además, la Convención de los Derechos Humanos establece que: "...los Estados Parte deberán adoptar las medidas pertinentes para emplear a maestros, incluidos maestros con discapacidad, que estén cualificados en lengua de señas o Braille y para formar a profesionales y personal que trabajen en todos los niveles educativos" (Convención, 2008, p. 20), así se facilitaría el proceso educativo de apoyo a los estudiantes con discapacidad auditiva, en especial para aquellos que solo se puedan comunicar de esa forma.

La ley orgánica de Educación Intercultural y Reglamento General, en el capítulo sexto, art.47.- Educación para las personas con discapacidad establece:

El sistema educativo promoverá la detección y atención temprana a problemas de aprendizaje especial y factores asociados al aprendizaje que pongan en riesgo a estos niños, niñas y jóvenes, y tomarán



medidas para promover su recuperación y evitar su rezago o exclusión escolar. (República del Ecuador, 2011, p. 24)

Y en Tomalá y Naranjo (2019), se precisa que se deben dar todos los apoyos, seguimiento y acompañamiento para favorecer el proceso inclusivo.

La inclusión es un derecho fundamental de la persona, por ello ningún estudiante debe ser excluido. En términos de Escribano y Martínez (2013), la educación inclusiva debe integrar cómo, dónde, porqué y con qué se educan a los estudiantes, en este sentido se debe dar educación de calidad satisfaciendo los requerimientos y necesidades de todos.

El desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, sea este virtual o presencial requiere de dos actores: docente y estudiante. En investigaciones previas se enfatiza en la necesidad de formación docente en inclusión educativa y el uso de TIC para favorecer el proceso de enseñanza inclusivo (Escribano y Martínez, 2013; Martínez Pérez *et al.*, 2017; ONU, 2011). A este respecto, la UNESCO ha establecido que “los docentes requieren estar preparados para ofrecer a sus estudiantes oportunidades de aprendizaje, apoyados en las tecnologías de la información y la comunicación” (UNESCO, 2008), lo que es confirmado en investigaciones de otros autores como (Tobar, 2017). De esta forma los docentes que tengan las competencias TIC requeridas en su perfil podrán dar respuestas a la diversidad en el aula, entendiendo además que cada estudiante requiere de estrategias específicas y que el aprendizaje centrado en la persona es la mejor estrategia en este caso.

## *TIC*

Las TIC brindan acceso a servicios de salud, a todos los niveles de educación, a la participación en la vida pública y también permiten una vida independiente, se incluyen en cualquier dispositivo de información y comunicación, abarca una amplia gama de

tecnologías: radio, televisión, satélites, teléfonos móviles, teléfonos fijos, computadores, red de hardware y software. Sin embargo, sino se diseñan adecuadamente pueden excluir el acceso a los estudiantes como lo afirman (Cabero *et al.*, 2007; Toledo, 2013).

En este sentido, el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aseguran la inclusión social y económica de todas las personas. Estas permiten remover las barreras que enfrentan este grupo poblacional y de esa manera aceleran su inclusión social y económica sin embargo no todas las TIC son accesibles.

Hasta hace apenas unos años, la accesibilidad estaba asociada únicamente a la eliminación de barreras físicas y arquitectónicas, ahora se habla de TIC accesibles y de diseño universal, este último concepto se describe en la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (Convención, 2008) y en correspondencia con ello las TIC se están haciendo cada vez más accesibles e inclusivas.

Se han creado en la actualidad diversas herramientas que si bien facilitan la comunicación de todos, también pueden ser utilizadas en el aula, así se usan herramientas de transcripción y subtítulo que son considerados un tipo de ayuda auxiliar en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en especial para estudiantes con hipoacusia se deberá usar el subtítulo y la transcripción, así como se deberá facilitar la lectura de labios por lo que en el aula virtual es necesario habilitar la cámara.

El potencial que proveen las TIC en el aula debe ser utilizado y aprovechado al máximo en todos los componentes del proceso educativo por parte de los docentes con el fin de hacerlo más eficiente y efectivo, por ello la importancia de contar con herramientas de apoyo en su proceso inclusivo para personas con discapacidad auditiva.

En este trabajo investigativo se podrán conocer herramientas disponibles para facilitar la comunicación entre las personas con y sin discapacidad, para favorecer el aprendizaje y los procesos educativos inclusivos.

## Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se realizó un estudio empírico aplicando el método descriptivo con corte transversal y con un enfoque cualitativo que permitió identificar las herramientas TIC usadas para el aprendizaje de EcDA (Estudiantes con discapacidad auditiva).

Se presentan en este artículo los resultados de las herramientas encontradas a través de la revisión en la web, así como en artículos científicos e informes de relevancia, además se presenta una breve descripción de cada una de las herramientas destacando elementos de inclusión y diversidad aplicados que deben ser tomados en cuenta en el entorno educativo virtual.

## Resultados

Luego de la revisión bibliográfica y búsqueda por internet se han identificado herramientas que contribuyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje inclusivo en apoyo a la clase virtual para las personas con discapacidad auditiva. Estas herramientas fueron agrupadas y categorizadas en las siguientes áreas temáticas:

- Herramientas de videoconferencias
- Herramientas de comunicación:
  - ☒ Herramientas tradicionales
  - ☒ Herramientas de transcripción
  - ☒ Herramientas de subtítulo
  - ☒ Herramientas de comunicación alternativa
- Plataformas educativas accesibles
- Herramientas de apoyo para el aprendizaje
- Software educativo
- Recursos educativos digitales accesibles

Esta clasificación de herramientas es una propuesta que este artículo considera todo docente debe tener en cuenta en el aula vir-

tual no solo para su uso sino también para fortalecer el proceso educativo de los alumnos con discapacidad, la relación con sus compañeros y su interacción con dicho entorno.

### *Herramientas de videoconferencia*

Las herramientas de videoconferencia han incrementado su uso, así se han producido 62 millones de descargas de aplicaciones de videoconferencia, solo durante el mes de marzo de 2020, lo que supone un incremento del 100 % de la media de descargas de los meses de 2019 según los datos aportados por Apple Store y Google Play (Ramiro, 2020), con lo que millones de personas utilizan herramientas de videoconferencia en el desarrollo de alguna actividad, en especial en educación.

Las herramientas de videoconferencia que más se destacan acorde a estudios previos (Ramiro, 2020; Calero *et al.*, 2020), por ser las más descargadas o que más se utilizan son: ZOOM Cloud Meeting, Microsoft Teams, Hangouts Meeting, y Cisco Webex Meetings, como se puede observar en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Herramientas de videoconferencia más usadas en tiempos de COVID*

Herramientas	Proveedor	Principales características
ZOOM Cloud Meeting	Zoom Video Communications (ZOOM, 2019)	Es una aplicación que se puede usar en pc, teléfonos y tabletas basados en Android, otros dispositivos móviles, Windows, Mac, Zoom Rooms, sistemas de sala H.323 / SIP y teléfonos. Facilita las colaboraciones, compartir pantallas, mensajería instantánea masiva, compartir archivos, trabajar chat de forma individual o grupal, trabajo en grupos, entre otras funcionalidades. Es utilizada por universidades debido a las prestaciones que ofrece la Alianza CEDIA con estas entidades.

<p>Microsoft Teams</p>	<p>Microsoft (Microsoft, 2019)</p>	<p>Es una plataforma de prestaciones similares a la anterior, tienen dos versiones una gratuita limitada y una pagada con mayores prestaciones en cantidad de usuarios conectados. Es muy usada en el campo profesional por el sector empresarial que utiliza los productos Microsoft como software básico y herramientas ofimáticas por su fácil integración.</p>
<p>Cisco Webex Meetings</p>	<p>CISCO (CISCO, 2019)</p>	<p>Es una herramienta que permite organizar reuniones en línea con múltiples personas, es multidispositivo, es decir permite la conexión a través de PC, Mac o dispositivos móviles, sus características más difundidas son mejor seguridad y privacidad de sus comunicaciones, así como se destaca la usabilidad de la aplicación con una nueva interfaz intuitiva. En nuestro medio es una solución utilizada más a nivel empresarial que docente y es utilizada en especial por empresas que mantienen productos y plataformas CISCO.</p>
<p>Hangouts Meeting</p>	<p>Google (Google, 2019)</p>	<p>Aplicación web básica y gratuita, con un límite de 10 participantes para las reuniones en su versión para usuarios convencionales, y 25 en la empresarial, permite compartir contenido en baja resolución. Esta herramienta empezó a ser retirada por Google en Octubre de 2019 pero superó el 64% del promedio de descargas respecto al último trimestre del 2020, destacando el aumento del 140% en Italia y se ha difundido las mejoras de la herramienta Google Meet como de rendimiento superior a su predecesora Hangouts.</p>

Las primeras tres herramientas destacan además en la figura 2, en el informe de Gartner, como las herramientas de videoconferencia mejor posicionadas en el mercado competitivo dentro de la categoría Líderes, mientras que la empresa Google propietaria de Hangouts que mejoró su producto ahora denominado Google Meet se encuentra en el cuadrante de Challengers.

**Figura 2**

Cuadrante mágico de Gartner 2019 para meeting solutions



Nota. Lucía (2019).

Como se observa las herramientas de videoconferencia constituyen la nueva realidad de desarrollo laboral, en ellas se usa el lenguaje oral de forma tradicional, por lo que millones de personas con discapacidad auditiva y adultos mayores con dificultades para escuchar o hablar haciendo uso del lenguaje oral se pueden sentir desplazadas y aisladas, más aún si algunas de estas herramientas no cuentan con el subtítulo, una opción útil para ayudar a personas que pueden presentar estas limitaciones.

Hacer las cosas bien desde el principio no debe costar mucho, nos referimos a hacer herramientas accesibles para todos desde su concepción, se debe dedicar tiempo y esfuerzo necesario para hacer un producto inclusivo, pues con ello se brinda a todos, las condicio-

nes necesarias para poder interactuar de forma accesible a través de la tecnología, y los interlocutores o participantes en sesiones de videoconferencias, o eventos en *streaming* en directo, que tienen discapacidad auditiva no queden al margen de una reunión o encuentro.

### *Herramientas de comunicación tradicionales*

Si bien existen diferentes herramientas de software que permiten la comunicación entre los usuarios, las aplicaciones que son ampliamente utilizadas en la actualidad son: ZOOM, Skype, Google Meet, Google Duo y WhatsApp (ver tabla 3).

Estos recursos reúnen, algunos o todos los principios de las “Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web” (WCAG) de la W3C, en especial para personas con discapacidad auditiva, debido a que utilizan subtítulos que permiten observar texto del lenguaje hablado.

Tabla 3

*Herramientas de comunicación tradicionales en pandemia*

Herramientas	Características
Zoom (Zoom, 2020)	Es una plataforma de video y audio conferencia online que puede ser utilizada entre los docentes y estudiantes, que necesitan mantener reuniones sin que la distancia sea un impedimento para ello. Zoom funciona directamente desde el navegador, pero también cuenta con una app para celulares. Lo importante de este recurso es que viene con pautas de accesibilidad que permiten el subtítulo. Además de generar subtítulos en castellano de forma automática, también permite asignar el rol de sub-titulado a un integrante de la reunión virtual.
Skype (Skype, 2020)	Es una herramienta de acceso gratuito que permite hacer videollamadas. Las características de asistencia ayudan a las personas con discapacidades a navegar y controlar su dispositivo. Se puede instalar en pc para el sistema Windows. Cada vez que un participante de la reunión habla a través de Skype, la herramienta genera una línea asociada al nombre del interlocutor con los subtítulos de su transcripción. Además del español, el usuario puede elegir entre otros idiomas: inglés, francés, alemán, italiano, portugués, japonés, ruso y chino.

<p>Google Meet (Google, 2019)</p>	<p>Es la nueva aplicación de videoconferencias de Google para reemplazar a Hangouts, cuenta con accesibilidad para los usuarios con discapacidad auditiva mejoradas. Permite el subtítulo de lo que dicen las personas que hablan en las video llamadas, pero solo en inglés, para que los participantes sordos o con dificultades auditivas puedan seguirlas. En este caso, los subtítulos no se pueden guardar.</p>
<p>Google Duo (Google, 2019)</p>	<p>Permite hacer video llamadas entre los usuarios dese su celular, smartphones y tablets bajo Android. Se puede descargar la aplicación en la computadora. Desde el celular brinda el conjunto de servicios de accesibilidad de Google llamado "Android Accessibility Suite". Esto le permite interactuar con el dispositivo a través de diversos gestos que se realizan en la pantalla con uno o más dedos, y a partir de la versión 8 de Android se puede usar el sensor de huellas digitales para cambiar algunos de los ajustes.</p>
<p>WhatsApp (WhatsApp, 2019)</p>	<p>Aplicación de mensajería, en la que se envían y reciben mensajes mediante Internet. Permite archivos adjuntos como imágenes, documentos, ubicaciones, contactos, videos y grabaciones de audio; demás permite realizar llamadas y video llamadas, entre otras funciones. Como el esquema de comunicación usa texto es accesible para personas con discapacidad auditiva que entiendan la lengua española, ya que no está habilitada para difundir mensajes en lengua de señas.</p>

De la revisión de las herramientas podemos concluir que:

- En cuanto a la accesibilidad de estas herramientas de comunicación, las mejores son Zoom, Skype, Google Meet y WhatsApp. Las tres primeras son capaces de generar subtítulos y permiten generarlos de forma automática. Las herramientas están diseñadas para ser usadas mediante atajos de teclado y, en el caso de Meet, destaca también su facilidad en el manejo de la cámara para acercarla o alejarla, aspecto que puede ser útil para las personas que leen los labios. WhatsApp al ser texto es accesible para personas con discapacidad auditiva hipoacúsicas que entiendan lenguaje escrito, pero se podría trabajar con videos con mensajes en lengua de seña para el caso de sordera total.



- Las aplicaciones como Zoom, Microsoft Teams, Google Meet se presentan más adecuadas para el ámbito profesional y educativo formal. WhatsApp para la comunicación informal diaria, sin embargo, se ha usado en el campo educativo con gran éxito.
- Tanto Skype como Zoom permiten activar la generación automática de subtítulos en castellano, tanto en reuniones como en llamadas duales.
- WhatsApp es la herramienta de comunicación más usada por poseer mensajería instantánea que facilita texto o voz, acorde a las necesidades del usuario lo que le permite ser inclusiva y accesibles por todos.

Adicionalmente se identificaron otras herramientas útiles en este contexto como son: la introducción de mensajes en pantalla alternativos, en el sistema Mac OS X, adicional a los avisos sonoros que son una alternativa para la inclusión de las personas con discapacidad auditiva. La cámara iSight y el software iChat permiten la colaboración en tiempo real mediante mensajes de texto o videoconferencias. A través de esas herramientas se puede colaborar en grupos, compartir documentos y editarlos, incluso permite la conversación en Lengua de señas sin que afecte a la velocidad de la comunicación. Photo Booth también facilita la comunicación en lengua de señas a través de la cámara, permitiendo grabar mensajes de video que pueden ser enviados por correo electrónico.

### *Herramientas de transcripción*

Gracias a la transcripción una persona sorda puede mantener una conversación leyendo en su pantalla lo que la otra persona le está diciendo, además, también podrá utilizar el teclado del móvil para escribir las respuestas de modo que su interlocutor podrá leerlas.

Entre las herramientas digitales de transcripción para personas con discapacidad auditiva tenemos las que se describen en (De

Pedro, 2018), Audio en texto para WhatsApp, Pedius, Visualfy, Sor-do ayuda y Roger Voice.

Considerando la situación económica de las personas se han creado aplicaciones limitadas pero funcionales que pueden ser compradas o no y descargadas en Google Play para su uso; se basan en aplicaciones que se pueden instalar en celulares de baja gama facilitándose al estudiante la movilidad al tener dichas herramientas en su celular.

En la tabla 4 se observan herramientas bidireccionales gratuitas que permiten facilitar la comunicación entre una persona con discapacidad y otra sin discapacidad manteniendo el enfoque de conversión alterno permitiendo convertir un mensaje de texto a voz o traduciendo el mensaje de voz a texto.

**Tabla 4**

*Herramientas bidireccionales móviles*

Nombre	Sistemas operativos	Características	Calificación	Descargas
Voz a Texto y texto a voz	Android	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se sincroniza</li> <li>• Requiere internet</li> <li>• Necesita motor de voz</li> <li>• Soporta lenguajes y voces que soporta el Sistema Operativo</li> <li>• No soporta video a texto</li> <li>• Graba usando el micrófono</li> <li>• Requiere internet</li> </ul>	5	+1millón
Voz texto y texto a voz	Android	Lector de Documentos en formato PDF	3,7	500.000

*Nota.* Elaboración propia, adaptado de Google Play (2020).

## *Herramientas convertidoras de voz a texto*

En la tabla 5 se pueden observar herramientas útiles gratuitas para que las personas con discapacidad auditiva puedan traducir los mensajes de voz a texto que reciben y así facilitar su autonomía.

**Tabla 5**

*Herramientas convertidoras de voz a texto*

<b>Nombre</b>	<b>Sistemas operativos</b>	<b>Características</b>	<b>Calificación</b>	<b>Descargas</b>
Voz a texto	Android 5.0 y versiones posteriores	Crea notas largas, dictados, crear notas manos libres, permite cambiar idiomas, no hay límite en tamaño de texto.	4	+100 000
Speechnotes Dictado Notepad Voz a Texto	Multiplataforma Ambiente Web	Aplicación que convierte voz a texto. Es plurilingüe.	4	+1 000 000
Transcripción Instantánea y Notificaciones de Sonidos	Android 5.0 y versiones posteriores	Transcripción Instantánea ahora se llama Transcripción Instantánea y Notificaciones de Sonidos. Esta app permite a las personas sordas o con discapacidad auditiva usar su teléfono Android como herramienta de accesibilidad para seguir conversaciones y estar al tanto de los sonidos de su entorno.	4.1	+1 000 000
Dictado a texto	5.0 y versiones posteriores	Proporciona un reconocimiento de voz continuo que ayuda a crear notas largas, dictados, ensayos, publicaciones, informes. Skype, etc.).	3.8	+100 000

Voice Notebook habla continua a texto	Simple Seo Solutions	La aplicación de voz a texto que le permite tomar notas de voz y guardarlas localmente o enviarlas a servicios en la nube. Puede reconocer el habla en el modo en línea y fuera de línea (el modo sin conexión no está disponible para algunos dispositivos).	4.3	+1 000 000
---------------------------------------	----------------------	---	-----	------------

*Nota.* Elaboración propia, adaptado de Google Play (2020).

También se han encontrado herramientas como ClearCaptions, disponible para dispositivos móviles como iPhone, iPad, iPod Touch con sistema operativo iOS versión 12 o superior, o que requiere de un teléfono especial, que en el caso de Estados Unidos se provee de forma gratuita para las personas con discapacidad auditiva verificada, el cual incorpora subtítulos en las llamadas telefónicas, en tiempo casi real. Otra herramienta es Dragon Professional Individual que permite convertir mensajes de voz a texto, pero tiene costo.

Con todas las herramientas descritas se puede plantear alternativas para facilitar el aprendizaje y el apoyo a estudiantes, por ejemplo, en trabajo en equipo, así se facilita que personas sin discapacidad puedan convertir el mensaje de voz a texto para comunicarse con personas con discapacidad auditiva y que las personas con discapacidad auditiva puedan traducir el mensaje de voz a texto, siempre y cuando conozcan el lenguaje oral y escrito.

### *Aplicación transcripción instantánea*

Como se muestra en la tabla 5, una de las aplicaciones más descargadas y realmente útil luego de la evaluación realizada es la transcripción instantánea. La app convierte en texto de gran tamaño las palabras del hablante, y está disponible en celulares y tabletas con sistema operativo Android de manera gratuita, requiere conectividad a

internet por datos móviles o wifi. Dado que la aplicación transcripción instantánea fue diseñada específicamente utilizando objetos, le proporciona características únicas entre las demás aplicaciones similares, considerándose como la mejor aplicación de transcripción instantánea en móviles por millones de usuarios, acorde a los comentarios de usuarios colgados en app store y es una aplicación fácil de usar.

La transcripción instantánea está disponible en el sistema operativo Android y en celulares Samsung, pero no está disponible en tecnologías como iPhone, IOS, Huawei, Motorola, Sony, Nokia, Lenovo.

En educación se pueden usar herramientas como apps gratuitas para convertir de voz a texto, así un celular o una tableta se puede convertir en la máquina de escribir de voz a texto, cual intérprete automático en tiempo real, en diversos idiomas que facilita la comunicación entre una persona sin discapacidad auditiva con una persona con esta discapacidad que entiende el lenguaje español.

La tabla 6 (datos relevados en el año 2019) presenta un detalle de las plataformas que utilizan o no la transcripción instantánea, con una evaluación previa del porcentaje y nivel de efectividad, así como el uso del texto en diferente tamaño y el costo estimado en el mercado. Las siglas pq, md, grd, hacen referencia al tamaño del texto el cual fue ser configurado en texto pequeño (pq), mediano (md) y grande (grd) facilitando la lectura de la persona con discapacidad auditiva para una mejor comprensión.

Además está disponible la transcripción instantánea de Google, una herramienta presentada en febrero de 2019 que está diseñada especialmente para personas con discapacidad auditiva, y puede ser utilizada en computadoras personales. Existen otras aplicaciones gratuitas que funcionan para transcribir el audio a texto como Ability Connect y Listen All (Universidad de Alicante y Fundación Vodafone España, 2020) desarrollada por la Universidad Alicante, con la opción de dictado por voz y conversión de voz a texto.

**Tabla 6**  
Equipos tecnológicos que pueden usar la herramienta transcripción instantánea

Marca	Modelo equipo portátil	Aplicaciones Play Store	Porcentaje efectividad	Nivel efectividad	Texto	Costo aproximado en dólares
Celular Samsung	Galaxy S7 Edge	Transcripción Instantánea	99 %	Alto	pq/ md/ grd	700,00
Celular Samsung	Galaxy A10S DUAL	Transcripción Instantánea	99 %	Alto	pq/ md/ grd	250,00
Tablet Android 4.0	Galaxy Tab 2	Transcripción Instantánea	80 %	Medio	pq/ md/ grd	350,00
Celular Phone	6s Plus	No aceptado	0 %	Bajo	No	750,00
Tablet Android	ZH960 Android Tablet PC 100.1	No aceptado	0 %	Bajo	No	135,00
Celular Samsung	Galaxy J7 Pro	Transcripción Instantánea	75 %	Medio	pq/ md/ grd	680,00
Laptop	HP 15-da2xxx	No aceptado	0 %	Bajo	No	1355,00
Laptop	DELL	No aceptado	0 %	Bajo	No	1560,00

En el Ecuador se ha desarrollado una herramienta por la Empresa TALOV, denominada SpeakLiz que utiliza Inteligencia Artificial en tiempo real para analizar audio, comprender voces humanas y más, puede trabajar en 35 idiomas, tiene cuatro características: entorno sonoro, voz a texto, texto a voz y lengua de señas, a diferencia de las herramientas anteriores que llegan a presentar máximo dos de estas características según (Speakliz, 2020), pero esta herramienta no pudo ser evaluada en este estudio.

### *Herramientas de subtítulo*

Se entiende por subtítulo la traducción a lengua escrita de un video producido en cualquier idioma con un texto agregado que describe lo que se observa en el video como mensajes en pantalla de forma simultánea, lo que es útil para personas con discapacidad auditiva. Esta opción no reemplaza o sustituye el rol del intérprete de lengua de señas, pero sirve en el caso de que la persona domine el español escrito.

Se trata de convertir todo lo que escucharía una persona sin discapacidad auditiva, en un mensaje corto escrito que aparece de forma simultánea, en la parte inferior del video. El subtítulo es un tipo de traducción textual que tiene sus propias técnicas, reglas, criterios y normas como en el caso de España la norma UNE 153010 (AENOR, 2012), entre las reglas establecidas se encuentran que el subtítulo se debe limitar a solo dos líneas ubicadas en la parte inferior de la pantalla, con un máximo de 70 caracteres incluye letras espacios o signos. En cuanto al tiempo se propone un mínimo de un segundo y un máximo de seis segundos en pantalla. Se estima que, para leer un subtítulo completo de dos líneas, necesitaremos al menos cuatro segundos. Esto es una alternativa a la ventana pequeña ubicada en la parte inferior derecha dentro del video para mostrar al intérprete traduciendo el mensaje en lengua de señas, opción correcta de traducción para hacer un video accesible para todos.

Existen aplicaciones móviles que integran los subtítulos, cuando se hace una llamada desde un teléfono con subtítulos. Algunas de ellas se observan en la sección Herramientas de transcripción pues también sirven para subtitulado.

Además, existen programas informáticos de subtitulado automático como Amara. El proyecto de la organización sin ánimo de lucro tiene dos versiones del producto una gratuita que está disponible en Amara (2020) y otra pagada. Está dirigido para los creadores de video, personas con déficit auditivo y disponible en diferentes idiomas.

El sitio web de Apple para accesibilidad describe aplicaciones de software específicas para personas con dificultades auditivas. Así FaceTime facilita la comunicación al permitir videoconferencias y que se pueda utilizar gestos para comunicarse. Además, permite configurar plenamente la salida de audio de sus dispositivos para enviar en el canal derecho o izquierdo el sonido (Universidad de Alicante, 2020). Los productos Apple disponen de características y herramientas diseñadas específicamente para asistir a personas con problemas auditivos, entre ellas el subtitulado que se encuentra disponible en múltiples escenarios como en la app Apple TV, pero estas aplicaciones tienen un costo no son gratuitas (Apple, 2020).

Existen algunas empresas españolas que promueven la accesibilidad de personas con discapacidad auditiva, entre ellas Visualfy y Aptent, que desarrollan subtitulado a demanda.

### *Herramientas de comunicación alternativa*

Las personas con discapacidad auditiva pueden tener además otras discapacidades, lo que amerita el uso de otras herramientas tanto de hardware como de software que mejoran o potencian la accesibilidad de las personas a través del uso de los dispositivos móviles y el enfoque de comunicación aumentativa, estas son comerciales, lo que implica un pago. Algunas de estas herramientas pueden ser:



**Predicable.** Es un comunicador de texto con predicción de palabras para dispositivos con sistema operativo iOS disponible en app store. Es una herramienta de comunicación aumentativa y alternativa que contiene imágenes y palabras diseñada para personas que no pueden hablar.

**GoTalk NOW.** Comunicador dinámico que permite el diseño de tableros, navegación personalizable, conversión texto a voz y grabación de voz y biblioteca de símbolos. Disponible solo para iOS.

**Usound (Asistente auditivo).** Aplicación para personas con problemas auditivos, disponible tanto para Android como para IOS. Es un sistema de audición inteligente de amplificación personal (SAIAP), para adaptar el sonido a su nivel exacto de audición cuenta con un test auditivo, que es capaz de estimar los diferentes valores que componen su audición, ofreciendo así una experiencia personalizada. A través de la app, con la que se calibra la recepción de sonido para el usuario a través de un test auditivo, similar a una audiometría, pero resalta que esta aplicación no reemplaza al diagnóstico médico.

### *Plataformas educativas accesibles*

Muchas instituciones optan por una plataforma educativa a la hora de hacer llegar sus contenidos y actividades educativas a sus alumnos a través de la web. Una plataforma educativa, también conocida como plataforma de gestión de cursos o plataforma de tele formación, en inglés eLearning platform o Learning Management System (LMS) es una aplicación web que permite el acceso controlado de los estudiantes y profesores, y la impartición de cursos cuyo contenido proporcionan dichos profesores (Ministerio de Educación y Ciencia, 2020). Pero estas herramientas que quizás antes eran subutilizadas en la pandemia por su uso sufrieron un incremento superior en algunos casos hasta del 1172,33 % tal como se observa en investigaciones previas como (Guzmán y Naranjo, 2021).

La plataforma LCMS (Learning Content Management Systems), una versión mejorada de la descrita anteriormente, son plataformas que permiten crear y personalizar contenido. A estos sistemas de gestión de contenido educativo en adelante se los referirá como plataformas educativas.

La mayoría de las universidades en el Ecuador cuentan con una plataforma educativa que incluye a su vez una gran variedad de herramientas para apoyar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, entre las que se encuentran de presentación de contenidos hasta aquellas que facilitan la realización de cuestionarios avanzados. Las actividades docentes más importantes como la presentación del contenido de la clase, con la subida de archivos relacionados, foros, enlaces de videoconferencias, clases grabadas, tareas, investigaciones, herramientas de apoyo para evaluación automática, herramientas de seguimiento y control, aplicaciones de motivación, entre otras son las que permiten hacer un proceso continuo formativo y evaluativo de los estudiantes, de allí que se han constituido en el eje del proceso educativo en línea en la modalidad virtual que se está sobrellevando como consecuencia de la pandemia, siendo este el instrumento oficial para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera de la institución más aún en un proceso de educación en situación de contingencia por la pandemia existente, en especial en muchos países donde no se permite la educación presencial.

“Si bien existe un gran número de plataformas educativas disponibles. Algunas son productos comerciales con un costo considerable, mientras que otras son productos gratuitos y en bastantes casos disponen de código abierto, lo que permite modificar o adaptar los distintos módulos que la componen mediante programación” (Ministerio de Educación y Ciencia, 2020), lo que implica contar con un equipo técnico preparado para dichas configuraciones personalizadas, así las Universidades pueden agregar contenidos y personalizar materiales acorde a las necesidades de sus estudiantes dentro de estas plataformas.

“Las plataformas educativas comerciales más extendidas son Blackboard y WebCT” (Ministerio de Educación y Ciencia, 2020) que son propietarias, Moodle que es una plataforma de software libre, también. LRN y A Tutor de código abierto. En relación con plataformas de libre distribución y de código abierto, Moodle, se ha establecido por su facilidad de uso, configuración, personalización e instalación, es muy usada sobre todo en instituciones educativas de nivel superior.


Otra plataforma útil para el proceso educativo es Google Classroom, disponible para favorecer incluso la movilidad, tiene una opción gratuita limitada y una de pago.

En la tabla 7 se aprecian las plataformas educativas sugeridas por la UNESCO (2020), las cuales fueron analizadas en este estudio, cabe indicar que algunas han sido consideradas como accesibles para PCDA solo si facilitan el subtítulo.

**Tabla 7**

*Plataformas educativas de aprendizaje digital*

Sistema de Gestión de Aprendizaje Digital	Enlaces	Accesibles para PCDA
CenturyTech	<a href="http://www.century.tech">www.century.tech</a>	
ClassDojo	<a href="http://www.classdojo.com">www.classdojo.com</a>	
Canvas LMS	<a href="https://www.instructure.com/">https://www.instructure.com/</a>	✓
Edmodo	<a href="http://www.new.edmodo.com">www.new.edmodo.com</a>	✓
Edraak	<a href="http://www.edraak.org">www.edraak.org</a>	
EkStep	<a href="http://Ekstep.in">Ekstep.in</a>	
Google Classroom	<a href="https://Classroom.google.com">Classroom.google.com</a>	✓
Moodle	<a href="http://Moodle.org">Moodle.org</a>	
Nafham	<a href="http://Nafham.com">Nafham.com</a>	

Paper Airplanes	<a href="http://www.paper-airplanes.org">www.paper-airplanes.org</a>	
Schoology	<a href="http://www.schoology.com">www.schoology.com</a>	
Seesaw	<a href="https://web.seesaw.me/">https://web.seesaw.me/</a>	
Skooler	<a href="http://Skooler.com">Skooler.com</a>	

*Nota.* Elaboración propia, adaptado de UNESCO (2020).

Estas plataformas cuentan con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva (PCDA) que conozcan la lengua española. Sin embargo, para que todo lo que se incluya en la plataforma sea accesible a PCDA, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Uso de herramientas que faciliten la creación de diagramas, esquemas, cuadros sinópticos y explicaciones a través de glosarios, tormenta o lluvia de ideas, mapas mentales, entre otras, acompañados de un texto para que sea accesible a otras discapacidades.
- Documentos en texto con cualquier procesador de palabras que brinde más ideas o detalles, son claves para complementar la docencia y el aprendizaje.
- Presentaciones multimedia que usen el subtítulo y/o lengua de señas y el audio-descripción, para la accesibilidad de personas con discapacidad visual.
- Uso de palabras o frases cortas, sencillas, en especial para instrucciones.
- Formular una frase de varias formas, especialmente en los exámenes.

Estos aspectos digitales de accesibilidad (que sirven a todos), son los que deben estar presentes en las aplicaciones, y en el desarrollo de recursos en el aula, que son incluidos en las plataformas por los docentes.

Existen programas informáticos de subtulado automático como Amara, explicado anteriormente, que facilita la creación de videos accesibles para personas con déficit auditivo.

Esta herramienta permite definir diferentes idiomas de subtulado. También encontramos mejoras en YouTube, como también se puede usar aplicaciones como Windows Movie Maker y Camtasia pero se debe agregar de forma adicional a través de un trabajo de producción-edición, el subtulado lo que puede generar más horas de trabajo para el docente por lo que no es muy usual encontrar videos subtulados, sin embargo esta es la única forma de hacer productos inclusivos, hasta que las tecnologías se desarrollen con más precisión y puedan incorporar en tiempo real el subtulado de forma automática correctamente.

Así las plataformas educativas son el eje de la educación hoy en día y deben implementar soluciones específicas adaptadas para estudiantes con discapacidad auditiva, que permitan el reconocimiento de voz, por ejemplo, como la herramienta Aula del Centro Español de Subtitulado y Audio descripción (CESyA) que permite que el docente hable y el sistema transcriba a texto su voz permitiendo que el estudiante con déficit de audición lea en tiempo real lo que se dice y a su vez traduce el texto de esta persona a voz para que el docente escuche (CESyA, 2020).

La opción de subtítulos y de lengua de señas puede ser incorporada en las plataformas educativas accesibles así todos serían incluidos ya que en una época marcada por el confinamiento es imposible contar a lado con un intérprete, por ello la mejor alternativa es que de forma simultánea al docente, el intérprete se conecte y aparezca visible en la ventana habilitada para el efecto, pero esto no está disponible aún en dichas aplicaciones además que las Universidades deberían disponer toda la gestión administrativa, académica, logística y económica, para que eso pueda ser posible; su implementación sería compleja, dado los recursos tanto humanos como económicos que demanda esta solución no solo porque no se cuentan en el

país con una cantidad suficiente de intérpretes de lengua de señas ecuatoriana sino porque económicamente las universidades han disminuido sus ingresos por lo que una solución sería la ayuda de los gobiernos para tal efecto.

### *Herramientas de apoyo para el aprendizaje*

En la búsqueda de información relacionada a herramientas de apoyo para estudiantes con discapacidad auditiva en el sector universitario, se encontró solo un artículo (García-Ruiz y Bonilla-del-Río (2020) que en la sección experiencias que mediante las TIC incentivan los procesos de enseñanza-aprendizaje de las personas con discapacidad en la educación Superior menciona la existencia de una aplicación útil para favorecer la inclusión de personas con discapacidad auditiva en el aula denominada “AISES”. Además, se han identificado herramientas generales que pueden ser utilizadas por personas con discapacidad auditiva que dominan la lengua española y que le permitirían comunicarse e interactuar, tal como se observa en la tabla 8.

De forma adicional se pueden usar tutoriales, programas de ejercitación y prácticas, simuladores, emuladores, software educativo y colaborativo, objetos virtuales aprendizaje, recursos educativos abiertos (REA), entre otros, por lo que la gama de recursos podría ampliarse bajo el criterio de accesibilidad para todos y una adecuada selección docente de los recursos a usar en el aula.

**Tabla 8**  
*Herramienta de apoyo para el aprendizaje*

Herramientas aprendizaje digital	Herramientas de evaluación	Herramientas trabajo colaborativo	Herramientas trabajo organizativo	Mapas conceptuales	Repositorios almacenamiento
ThingLink	Mentimeter	Miro	Trello	Draw Express	Google Drive
Buncee	Kahoot	Mural	Kanbanize	Coggle	OneDrive
Edpuzzle	Loomio	Aww	Asana	Popplet	Dropbox
EduCaixa	Quizizz	Whiteboard	Teams	MindMeister	
Kaltura	Google Forms	Stormboard	Doodle	GoConqr	
Nearpod	Typeform	Google Drive			
Pear Deck	ProProfs	Loomio			
Squigl	Hot Potatoes				
Trello					

*Nota.* Elaboración propia, adaptado de Thinking with you (2020).

### *Software educativo*

Definido como un programa informático que tiene relación con la educación, su objetivo es dirigido a la enseñanza (herramienta pedagógica), permitiendo que los usuarios adquieran conocimientos, habilidades y destrezas sobre un tema en particular, en él se puede hacer uso de videos y demás herramientas predefinidas que faciliten el aprendizaje (Candelario-Dorta, 2018)

Se caracteriza por facilitar la interacción del usuario respecto al uso de la aplicación creada para un objetivo específico que permite estimular el autoaprendizaje y fortalecer los conocimientos a través de un aprendizaje continuo y repetitivo. El contenido está predefinido pues el software fue creado con ese fin, puede incluir evaluaciones fijas y estímulos para su continuo uso hasta que el estudiante llegue a dominar el conocimiento establecido.

En el software educativo desarrollado a medida se podría incluir la LSE por lo que es una de las opciones más viables para crear herramientas accesibles predefinidas. Algunas instituciones ya han trabajado en estas propuestas para ser inclusivos.

### *Directrices para el desarrollo de aplicaciones inclusivas*

Adicionalmente a estas consideraciones han surgido nuevos elementos para crear aplicaciones accesibles como las Directrices para el Desarrollo de Aplicaciones de aprendizaje accesibles (GDALA) del IMS Global Learning Consortium (IMS GLC, 2002). Esta propuesta define un marco de trabajo para la incorporación del Diseño para Todos en la enseñanza distribuida haciendo la educación accesible para cualquiera, en cualquier momento y en cualquier lugar.

En GDALA se definen seis principios para crear recursos educativos inclusivos los cuales deben ser seguidos por los docentes a fin de mantener los criterios de accesibilidad que promueve el (IMS GLC, 2002). Las pautas describen de forma concreta los aspectos a



ser incluidos que en este caso particular deben orientar el diseño de herramientas educativas o recursos y configurar así la accesibilidad.

Todos los criterios propuestos por GDALA deben utilizarse a la hora de crear productos software educativos inclusive en la generación de recursos educativos accesibles.

### *Recursos educativos digitales accesibles*

Se define como Recursos Educativos a cualquier tipo de material (incluyendo planes, documentos, libros, videos, aplicaciones multimedia, audios y cualquier otro diseñado para uso en procesos de enseñanza-aprendizaje que estarán disponibles para los docentes y estudiantes.

Este sería otro frente de trabajo en el que las instituciones educativas universitarias pueden innovar, si bien no todas pueden hacer uso de plataformas accesibles ni puedan crear software educativo accesible, los docentes si pueden crear recursos accesibles para todos. Trabajar en este enfoque implica crear productos accesibles que cubran toda la malla curricular en todos los niveles y áreas obligatorias de conocimiento, pero para ello los docentes requieren toda la asistencia necesaria, pues se ha identificado que los docentes desconocen cómo hacer recursos didácticos accesibles inclusivos (Naranjo, 2017). Por ello se aconseja que el docente considere como mínimo los siguientes aspectos para crear recursos accesibles:

- Incluir contenido breve, no abusar de imágenes ni tablas, en caso de que las use debe colocar una descripción.
- Si se usan videos además del lenguaje hablado estos deben ser subtítulos de forma tal que al descargarlos igual esté activada la visualización del texto.
- Utilizar los elementos o plantillas predeterminados en las herramientas.
- Usar tablas con pocos, pero significativos elementos.

Todas estas adaptaciones al recurso didáctico tienen como objetivo que los estudiantes con discapacidad que estén en el aula puedan interactuar con él sin dificultades desde su computador o cualquier otra tecnología de apoyo que utilicen.

Sin embargo, todo recurso debe tener en cuenta aspectos del Diseño Universal de aprendizaje (DUA), el DUA fue desarrollado por el Centro de Tecnología Especial Aplicada (CAST) y es considerado un marco para mejorar y optimizar la enseñanza y el aprendizaje para todas las personas basado en conocimientos científicos sobre cómo aprenden los seres humanos (CAST, 2018).

El DUA se centra en el diseño del currículo escolar dando accesibilidad a contenidos para todos los estudiantes, se promueve la selección de contenidos a enseñar, describiendo cómo se enseña, a quién se enseña y cómo se le debe enseñar.

A través del DUA se pueden obtener resultados de calidad en el proceso de enseñanza- aprendizaje inclusivo, según la neurociencia cognitiva, en el proceso participan tres redes cerebrales para el aprendizaje, las cuales son (IMS GLC, 2002):

- a. Redes de reconocimiento (Qué): percibe, identifica, y categorización de la información exterior, que permite proporcionar múltiples medios de representación.
- b. Redes Estratégicas (Cómo): organiza, planifica y ejecuta, a través de este enfoque se deben establecer múltiples medios de acción y de expresión.
- c. Redes Afectivas (Por qué): motivación y compromiso, se deben prever múltiples medios de motivación y compromiso.

Las instituciones educativas incluyen estudiantes con algún tipo de discapacidad, pero para garantizar una educación de calidad se requiere el diseño e implementación de recursos y herramientas bajo el enfoque del DUA así se puede garantizar una educación para todos los estudiantes acorde a sus necesidades y requerimientos.

## Conclusiones

En este trabajo se identificaron las herramientas de apoyo para aprendizaje inclusivo de personas con discapacidad auditiva que existen en el mercado para apoyo en la clase virtual, así como aquellas que pueden ser diseñadas partiendo desde cero con un enfoque inclusivo.

Se ha podido encontrar pocos aportes en herramientas inclusivas que favorezcan el PEA de estudiantes universitarios, si bien existen desarrollos orientados a niños, para adultos esto se concentra de forma exclusiva en el diseño de videos accesibles con subtítulo y transcripción. En su mayoría los recursos son preparados a medida por el centro y las soluciones educativas particulares no suelen incluir la lengua de señas.

Por ello se concluye que en el desarrollo del PEA todos los materiales deben ser accesibles en el momento en el que se publiquen o difundan y que las instituciones educativas deben facilitar la interpretación en LSE durante las clases online en remoto, así como el subtítulo en línea, además de proporcionar las clases grabadas después de que se produzcan incluyendo la LSE, junto con material complementario, para ayudar a todos los alumnos a obtener el mejor aprendizaje en la modalidad virtual por la pandemia del Covid-19.

Resulta importante que toda institución educativa incluya en el caso de compra de productos tecnológicos educativos el criterio de selección de la mejor oferta basado en aspectos de accesibilidad que favorezcan la inclusión de todos, entre ellos, personas con discapacidad auditiva, además se deben mejorar las prácticas de los docentes en la selección de TIC para el PEA siempre desde una visión positiva de inclusión e integralidad.

Como futuros trabajos de investigación se plantea la valoración de todas las herramientas para su uso inclusivo en el aula. Se aspira a que en el futuro la inteligencia artificial convierta los mensajes de voz y de texto en lengua de señas en tiempo real, que permita con-

figurar la lengua de cada país, para facilitar así la comunicación entre las personas con discapacidad auditiva, así como de personas con y sin discapacidad para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula virtual.

## Agradecimientos

Al Grupo TICAD por permitirnos participar en el proyecto de investigación “IMTIC” Impacto de las TIC en la Inclusión de personas con discapacidad.

## Referencias bibliográficas

- AENOR. (2012). Norma UNE 153010. Subtitulado para personas sordas y personas con discapacidad auditiva. Subtitulado a través del tele-texto. Madrid: AENOR.
- Amara, Participatory Culture Foundation. <https://amara.org/es/>
- Apple (2020). <https://apple.co/3DrRK50>
- Cabero, J., Córdoba, M. y Fernández, J. M. (coords.) (2007). *Las TIC para la igualdad. Nuevas tecnologías y atención a la diversidad*. Eduforma.
- Calero, C., Gordillo, A. y Jiménez E. (2020). Software para videoconferencias. Grupo Alarcos. <https://bit.ly/3DuFxl>
- Candelario-Dorta O. (2018). El software en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física, *EduSol*, 18(63).
- CAST. (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. <https://bit.ly/3Obs1Tz>
- Castejón, J. y Navas, L. (2011). Dificultades de aprendizaje e intervención psicoeducativa. En *Dificultades y trastornos del aprendizaje y del desarrollo en infantil y primaria* (pp. 35-74). Editorial Club Universitario. (Adaptaciones curriculares).
- Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción (CESyA). (2020). Boletín del Real Patronato sobre discapacidad N.º 59. <https://bit.ly/43BVAmV>
- Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción (CESyA). Ley General Audiovisual. Normativa [en línea]. 2010. <https://bit.ly/3Y9kcSP>
- CISCO, Cisco Webex Meetings. <https://bit.ly/3KdOr5m>
- Clear Captions. <https://bit.ly/44EDi5O>
- CONADIS. (2021a). Estadísticas en discapacidad, <https://bit.ly/3Dokb3N>

- CONADIS. (2021b). Diccionario oficial de Lengua de Señas Ecuatoriana Gabriel Román. Quito. <https://bit.ly/3QuDBfl>
- Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y Protocolo Facultativo, (2 de mayo, 2008). <https://bit.ly/3Ybs7z8>
- De Pedro, S. (2018). *18 Herramientas digitales para personas con discapacidad*. <https://bit.ly/3ObDWkc>
- Escribano, A. y Martínez, A. (2013). *Inclusión educativa y profesorado inclusivo*. Narcea.
- Estévez A. (2010). Alumnado con deficiencia auditiva: Orientaciones para la intervención educativa. *Revista Digital Innovación y experiencias educativas*, 27. <https://bit.ly/3q4Sdag>
- García, F. y Herrero, J. (2008). *Manual de atención al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo derivadas de discapacidad auditiva*. Junta de Andalucía.
- García, J., Navas, L. y Lozano, M. (2011). Dificultades de desarrollo y aprendizaje asociadas a la discapacidad auditiva En *Dificultades y trastornos del aprendizaje y del desarrollo en infantil y primaria* (pp. 307-338). Editorial Club Universitario.
- García-Ruíz, R. y Bonilla-del-Río, M. (2020). Alfabetización mediática y discapacidad: una apuesta necesaria para la inclusión social y digital. En P. Muñoz-Borja (ed. científica), *Discapacidad y TIC: estrategias de equidad, participación e inclusión* (pp. 60-95). Editorial Universidad Santiago de Cali.
- Google Duo facilita las videollamadas entre sistemas operativos. <https://bit.ly/3pWm2Kh>
- Google Meet, Accesibilidad de Hangouts Meet. Funciones de accesibilidad. <https://bit.ly/3pXOxqX>
- Google Play. Descarga de Aplicaciones. <https://bit.ly/452XAW7>
- GoTalk NOW. <https://apple.co/44HDn8P>
- Guzmán Jiménez, M. y Naranjo Sánchez, B. (2021). TIC en la educación en emergencia de los estudiantes con discapacidad de los centros educativos salesianos. *Revista Boletín Redipe*, 10(2), 258-272. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i2.1211>
- IMS GLC. (2002). IMS Guidelines for Developing Accessible Learning Applications V.1 White Paper. (jun. 2002). In IMS Global Learning Consortium Inc.: <https://bit.ly/44Em7kx>
- Lucía, C. (14 de enero de 2019). Reporte Gartner 2019. Cuadrante mágico de Gartner 2019 para Meeting Solutions. 3Dnatives. <https://bit.ly/475evsX>

- Martínez Pérez, S., Gutiérrez Castillo, J. y Fernández Robles, B. (2017). Percepción y uso de las TIC en las aulas inclusivas: Un estudio de caso. *Edmetic*, 7(1), 87-106. <https://bit.ly/3Y7Jwsd>
- Microsoft, Microsoft Teams. <https://bit.ly/3Ouac3n>
- Microsoft. Skype. Funciones de accesibilidad de Sway. <https://bit.ly/3DsJHVt>
- Ministerio de Educación. (2019). Modelo Educativo Nacional Bilingüe Bicultural para personas con discapacidad auditiva. <https://bit.ly/3O6vsKZ>
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2020). CNICE Series informes. <https://bit.ly/43WNgOR>
- Naranjo Sánchez, B. A., Naranjo Sánchez, R. A., Mora Saltos, N. y Huilcapi Subia, D. (2015a). *La investigación y las TIC para la inclusión educativa de personas con discapacidad*. Red RAITI. Educación para la paz, la comprensión y el desarrollo de competencias. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- Naranjo, B., Naranjo, R., Mora, N. y Huilcapi, D. (2015b). *Fomento de la Inclusión educativa de personas con discapacidad*. Conferencia XVI Encuentro Internacional Virtual Educa, Educa 2015.
- 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. (2018). Inclusión educativa de estudiantes con discapacidad en la UPS Sede Guayaquil. En Pablo Pérez Gosende, Pablo Parra Rosero y Andrea Vázquez Martínez (coords.), *Tecnología e Innovación para la sociedad*. Memoria académica, 4to. Congreso Internacional de Ciencia.
- Organización de Naciones Unidas. (2011). Disability and the Millennium Development Goals, A Review of the MDG Process and Strategies for Inclusion of Disability Issues in Millennium Development Goal Efforts. <https://bit.ly/44xRSff>
- Organización Mundial de la Salud. (2011). Informe mundial de la discapacidad. <https://bit.ly/3rMipHi>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Sordera y pérdida de la audición. <https://bit.ly/3DuQvC1>
- Ramiro, J. C. (2020). *Las aplicaciones de videoconferencia: estudio de accesibilidad*. itSMF. <https://bit.ly/4783wiw>
- Ramos Bárcena, S. (2010). Desafíos de la diferencia en la escuela. Guía para la orientación de alumnos con necesidades educativas especiales en

- el aula ordinaria, alumnos con discapacidad auditiva. Necesidades y respuesta académica. Escuelas Católicas. <https://bit.ly/3sC9BUE>
- República del Ecuador. (20 de octubre de 2008). Constitución de la República del Ecuador. Montecristi, Ecuador. <https://bit.ly/3K9AntG>
- República del Ecuador. (31 de marzo de 2011). Ley Orgánica de Educación Intercultural. Quito, Ecuador.
- República del Ecuador. (25 de septiembre de 2012). Ley Orgánica de Discapacidades Asamblea Nacional. Quito. <https://bit.ly/3q4xjll>
- República del Ecuador. (25 de septiembre de 2012). Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades Asamblea Nacional. Quito. <https://bit.ly/3q4xjll>
- Rodríguez Correa, M. y Arroyo González, M. J. (2014). Las TIC al servicio de la inclusión educativa. *Digital Education Review*, 25, 108-126. <https://bit.ly/3rJ6BFC>
- Speakliz. (2020). TALOV. <https://bit.ly/3DtUdff>
- Sydow Lexi. (2020). Video Conferencing Apps Surge from Coronavirus Impact. App Annie, Video. <https://bit.ly/3Drdluu>
- Thinking with you. (2020) 19 Herramientas para trabajar en remoto. <https://bit.ly/3Qdfq4F>
- Tobar Gómez, A. O. (2017). Índice de competencias TIC en docentes de educación superior. *Revista Campus Virtuales*, 6(2). <https://bit.ly/3rMjDCo>
- Toledo, P. (2013). Las tecnologías de la información, la comunicación y la inclusión educativa. En J. Barroso y J. Cabero (coords.), *Nuevos escenarios digitales* (pp. 411-426). Pirámide.
- Tomalá Cabezas, L. A. y Naranjo, B. A. (2019). Sistema de seguimiento académico a estudiantes con discapacidad en las universidades de Guayaquil. *Uniandes Episteme*, 6(1), 124-37.
- Tribunal Constitucional. (2004). Resolución 001-2004-DI, Registro Oficial 374.
- UNESCO. (2008). Estándares UNESCO de competencia en TIC para docentes. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. <https://bit.ly/3OvA5Qo>
- UNESCO. (2020). Soluciones de aprendizaje a distancia. <https://bit.ly/3OuuZDK>
- Universidad de Alicante y Fundación Vodafone España. (2020). Ability Connect. <https://bit.ly/3OEJsgN>
- Universidad de Alicante. (2020). Unidad de Accesibilidad Digital, Productos de apoyo déficit auditivo. <https://bit.ly/3Ouvkq0>
- USound, Samsung. <https://bit.ly/44Gfw9u>

Visualfy. Servicios. <https://bit.ly/3Ob5dD8>

W3C. Pautas de accesibilidad en el contenido web, 2020. <https://bit.ly/3q4yp6V>

Zoom. Videoconferencia. <https://zoom.us/>

Zoom. Funciones de accesibilidad. <https://bit.ly/3QblrPg>



# **Sobre los autores y las autoras**

## **Manuel Alejandro López Castillo**

Ecuatoriano, bachiller con especialidad administrativa de sistemas, formado en el Colegio Marcelino Maridueña. Ingeniero en sistemas, mención Telemática, en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, sede Guayaquil, enfocado en la línea de investigación de tecnologías de la información.

## **Wladimir Tomas Velasco Galeas**

Ecuatoriano, Máster en Management Estratégico formado en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo. Es investigador en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador (UPS), participando por más de seis años con el Grupo de Tecnologías de la Información asociadas a Discapacidad (TICAD), de la UPS, siendo autor de dos libros publicados en la Editorial Abya-Yala, donde también ha compartido su experiencia como usuario con discapacidad visual. Su interés y líneas de investigación son la Gestión del conocimiento, la administración, las Tecnologías emergentes y la educación.

## **Bertha Alice Naranjo Sánchez**

Docente e investigadora de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, es Coordinadora del Grupo de Tecnologías de la Información asociadas a Discapacidad (TICAD), de la UPS. Ingeniera en Computación con Máster Universitario en Ciencias y Tecnologías de Computación. Es autora de algunos libros publicados en la Edi-

torial Abya-Yala. Se desempeña como Coordinadora de la Cátedra UNESCO sede Guayaquil y es una continua promotora de la implementación de las TIC en innovación e inclusión educativa, social y laboral de personas con discapacidad.

### **Miguel Palacios Guzmán**

Ingeniero en Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana. Bachiller de la Unidad Educativa Domingo Comín, le apasiona la electrónica y la computación, ha incursionado en el campo biomédico, con equipos y componentes de Arduino.

### **Gabriela Lucas Franco**

Ingeniera en Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana, fue Coordinadora del Grupo de Asociacionismo Salesiano de apoyo a la inclusión (ASDI) que promueve actividades de acompañamiento a estudiantes con discapacidad, le apasiona la computación, ha incursionado en la Calidad de Software haciendo evaluaciones a algunos prototipos y software.

### **Samuel Vinueza Briones**

Ingeniero en Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana, le apasiona el mundo de las tecnologías y la computación, fue colaborador del proyecto TUPAR (Tutor Par) de la Universidad Politécnica Salesiana que realiza seguimiento y acompañamiento académico a estudiantes con discapacidad en diferentes asignaturas. Su interés se centra en proyectos de innovación e inclusión educativa.

### **Juan Carlos Arias Peña**

Ingeniero en Sistemas de la Universidad Politécnica Salesiana, ejerce funciones en el Departamento de Tecnología de la Universidad, le apasiona la computación. Es autor de algunas obras publicadas por la Editorial Abya-Yala. Su interés se centra en las tecnologías que favorecen la inclusión educativa, social y laboral de personas con discapacidad auditiva.