

Utel

interactividad

Enero–junio 2024 | Número 4 | ISSN: 2954-4661

Edición especial no monográfica



COMITÉ EDITORIAL

Doctor en Ciencias de la Educación

Gregorio Pérez Orozco

Investigador y director del Centro de Investigación para la Revolución Educativa, A.C.

Doctor en Educación Ernesto Rodríguez

Miembro de Asociación IPPA (International Positive Psychology Association)

Doctora en Sistemas y Ambientes Educativos

Doctora en Gestión Educativa

María Guadalupe Veytia Bucheli

Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 del CONAHCYT y Perfil PRODEP

Doctora en Derecho Elvia Lucia Flores Ávalos

Investigadora en el despacho Alex & Mier. Abogados México-España y profesora de asignatura de la UNAM

Doctora en Administración Gabriela Carranza

Miembro de la fundación de investigación en finanzas FIMEF-IMEF, ACACIA

Doctor en Administración José Ramón Peralta Jiménez

Miembro del Padrón Estatal de Investigadores y del Sistema Estatal de Investigadores, del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, así como también, miembro de la Red Estatal de Investigadores en Materia Educativa (REIME), de la Secretaría de Educación del Estado de Tabasco.

Director de operaciones académicas

Iván Gómez Ortíz

Líder de iniciativas académicas

Josué Agüero Villegas

Especialista de investigación

Karina Rodríguez Serrano

Utel interactividad, 2024, No. 4, enero-junio 2024, Es una publicación semestral, Editada por SCALA HIGHER EDUCATION S.C., Calzada de la Naranja 159, Piso 4, Fracc. Industrial Alce Blanco, Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53370, México, utel.edu.mx, correo electrónico investigacion@utel.edu.mx, Editor Responsable Josué Agüero Villegas, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2022-090817360700-102 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN 2954-4661. Responsable de la última actualización de este número Josué Agüero Villegas e Investigación Utel Calzada de la Naranja 159, Piso 4, Fracc. Industrial Alce Blanco, Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53370, México, fecha de última modificación enero, 2024.

TABLA DE CONTENIDO

Educación virtual como metodología para la innovación pedagógica universitaria René García Delgado	4
Metodología COIL y salud digital: Transformando la educación superior y la atención médica en la era digital Adriana Revelo Cerón, Josselin Mabel Ocares Arenas, María Paula Casas Porras, Steve Rodríguez Guerrero, Paola Alvis Duffo y Tatiana Andrea Triviño González	18
Detección de artefactos oculares en señales electroencefalográficas usando redes neuronales Julián Andrés Ramírez Ramírez y Noé Amir Rodríguez Olivares	35
Estudio exploratorio de las estrategias de evaluación formativa postpandemia en un centro educativo ecuatoriano Washington Vilema Sinaluisa y William Jesús Aguilar	54
El <i>software</i> Geogebra como elemento directriz del aprendizaje significativo de contenidos matemáticos en escolares de noveno grado de Ecuador Oscar Marcelo Pantoja Chulde	70

Educación virtual como metodología para la innovación pedagógica universitaria

Virtual education as a methodology for university pedagogical innovation

René García Delgado
Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

RESUMEN

Este artículo académico plantea como objetivo analizar la influencia de la educación virtual como metodología innovadora para el desempeño docente universitario. Para ello se realiza un abordaje teórico acerca de la educación virtual, sus componentes, y metodología, además del desempeño docente universitario, su definición y la manera en que la educación virtual puede contribuir con esta variable. El abordaje realizado permite concluir que la influencia de la educación virtual es positiva en la actualidad puesto que se trata de una metodología innovadora para el desempeño docente universitario. Tal afirmación se debe al hecho de que los procesos formativos que se efectúan a través de la virtualidad implican un cambio en la actuación docente que conlleva el aprendizaje y dominio de competencias y conocimientos respecto al uso de recursos didácticos, metodologías y actividades que tienen como objetivo generar procesos de aprendizaje más interactivos en donde el alumno asume un rol más protagónico y activo al respecto, mientras que el profesor asume un rol de guía.

***Palabras clave:** Educación virtual, Metodología innovadora, Desempeño docente Universitario.*

ABSTRACT

This academic article aims to analyze the influence of virtual education as an innovative methodology for university teaching performance. For this, a theoretical approach is made about virtual education, its components, and methodology, in addition to university teaching performance, its definition and the way in which virtual education can contribute to this variable. The approach carried out allows us to conclude that the influence of virtual education is currently positive since it is an innovative methodology for university teaching performance. This affirmation is due to the fact that the training processes that are carried out through virtuality imply a change in the teaching performance that entails the learning and mastery of competences and knowledge regarding the use of didactic resources, methodologies and activities that have as objective generate more interactive learning processes where the student assumes a more leading and active role in this regard, while the teacher assumes a guiding role in this regard.

***Keywords:** Virtual education, Innovative methodology, University teaching performance.*

Introducción

En los últimos tiempos la introducción de las tecnologías de información y comunicación en la vida del ser humano ha significado una transformación en toda clase de ámbitos, incluyendo el de la educación. Esto se debe a que gracias a los recursos y herramientas digitales que se pueden implementar en los procesos educativos, es posible superar barreras espaciales y temporales que por mucho tiempo han separado a estudiantes y docentes.

Cabe mencionar que recientemente y debido a la pandemia producida por el virus de COVID-19, el sistema educativo a nivel mundial debió asumir la virtualidad como una modalidad, para continuar con sus actividades y no detener los procesos formativos efectuados en el aula. No obstante, tal situación supuso una serie de dificultades, que en gran medida se asociaron con el limitado conocimiento y dominio de la tecnología por parte de docentes y estudiantes, provocando que en muchos casos los aprendizajes abordados no lograran desarrollar un carácter significativo (Aguilar, 2020).

En este sentido, aún sigue siendo necesario comprender la influencia que la educación virtual puede tener en la educación, al ser abordada como una metodología innovadora, sobre todo si se considera el desempeño docente universitario, puesto que en criterio de investigadores como Roig (2017), la tecnología aplicada en el contexto de la educación no implica por sí misma que se trate de un recurso que reemplace el accionar docente, sino que más bien se trata de una herramienta que le permite al profesional de la educación mejorar sus procesos de enseñanza y fomentar un trabajo más activo respecto del alumno, así como el trabajo colaborativo en la clase. Es por ello, que surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la educación virtual influye como metodología innovadora para el desempeño docente universitario?

Moreira y Zambrano (2022) refieren que el uso de la tecnología y su efectividad en el contexto de la educación dependerán en gran medida de la guía del docente respecto a su aplicación, razón por la cual los docentes desempeñan un papel fundamental en torno a la manera en que tales recursos puedan ser utilizados en beneficio del estudiante, sobre todo si se toma en consideración la funcionalidad que se les dé en los procesos formativos que se lleven a cabo en el contexto universitario.

Una de las principales razones que justifican la realización de este artículo científico se centra en su impacto social, ya que al analizar los elementos que intervienen en la educación virtual es posible comprender si se puede utilizar como una metodología innovadora para el desempeño docente universitario, contribuyendo de forma directa con el trabajo efectuado por esta clase de profesionales, además de fortalecer los procesos formativos que se llevan a cabo con los estudiantes.

Por otra parte, este artículo resulta factible de realizarlo, ya que en la actualidad existen distintas publicaciones académicas que se han realizado en torno a las variables seleccionadas, es decir, la educación virtual y el desempeño docente universitario, permitiendo analizar los factores que intervienen en cada una de las mismas y la relación que pueden tener las variables entre sí, y su influencia sobre el personal docente universitario.

Así mismo, presenta una relevancia académica, ya que los hallazgos obtenidos pueden servir a futuro para la realización de otras investigaciones en relación a las mismas variables, ampliando su enfoque o abordaje respecto a poblaciones específicas dentro del contexto universitario, contribuyendo así a la amplitud de trabajos académicos respecto a la educación virtual como metodología innovadora para el desempeño docente universitario. Siendo de gran importancia, desde lo práctico, porque los resultados obtenidos pueden servir como base para establecer una propuesta didáctica a través de la cual la educación virtual pueda ser utilizada como una metodología innovadora para el desempeño docente de toda clase de entidades universitarias, contribuyendo de manera positiva con el trabajo de esta clase de profesionales, además de fomentar procesos de aprendizaje más interactivos y participativos para el alumnado.

En consecuencia, este artículo le permite al investigador vincular sus conocimientos teóricos adquiridos en su formación para dar respuesta a las necesidades que surgen en el contexto práctico de la educación, resolviendo problemáticas educativas que pueden limitar el desempeño docente en el contexto universitario, y que requieren de soluciones prácticas que puedan generar resultados positivos, tanto a corto y largo plazo.

El objetivo principal del artículo propuesto, plantea: analizar la influencia de la educación virtual como metodología innovadora para el desempeño docente universitario.

En lo que respecta al tema seleccionado para el artículo, debe referirse que existen antecedentes investigativos que previamente se han desarrollado al respecto. Entre los que destacan: “El docente y su desempeño en la educación virtual” realizado por Baque y Viguera (2021). Se planteó como objetivo analizar el desempeño docente desde el contexto de la educación virtual. A nivel metodológico se trató de un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo. La técnica aplicada fue una encuesta, de preguntas cerradas, dirigida a una muestra de 25 docentes del centro educativo en la ciudad de Manta, Ecuador con criterios de inclusión, tales como: nivel de formación académica de tercer nivel, experiencia en tutorías, edad comprendida entre 28 a 50 años y haber aprobado evaluación docente. Los resultados obtenidos determinaron que se produjeron algunas dificultades al momento de trabajar con recursos tecnológicos en educación virtual, situación que se produjo por la falta de conocimiento del alumnado como del profesorado. Por tal motivo se concluyó que, si bien los procesos de enseñanza aplicados por los docentes y fundamentados en el uso de herramientas tecnológicas brindan una perspectiva activa y dinámica a la educación actual, aún es necesario capacitar al profesorado respecto al uso de esta clase de herramientas con la finalidad de que su implementación resulte óptima y se contribuya con la generación de un aprendizaje constructivista y significativo.

Otra investigación considerada relevante, corresponde a “Educación virtual: incidencia del desempeño docente en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios” escrito por Gómez (2020). Se formuló como objetivo determinar el grado de relación e incidencia del desempeño docente en el rendimiento académico de un grupo de estudiantes universitarios de la Facultad de Ciencias de la Empresa de la Universidad Nacional José María Arguedas. A nivel metodológico se trata de un estudio

descriptivo con un enfoque cualitativo. Se utilizó como técnica e instrumento el Cuestionario estructurado del Desempeño Docente que fue aplicado por la Dirección de Calidad Educativa Universitaria y Capacitación a un total de 60 estudiantes de administración de empresas y 37 estudiantes de contabilidad. Los resultados obtenidos fueron procesados por el coeficiente de correlación de Spearman que determinó una correlación positiva baja de 28% ($Rho = 0.282$) entre el desempeño docente y el rendimiento académico de los estudiantes en modalidad virtual. Por lo tanto, se concluye que, en la educación virtual existe una incidencia positiva del desempeño docente sobre el rendimiento académico de los estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Empresa de la Universidad Nacional José María Arguedas.

Así mismo, Cabero et al. (2018) en su investigación sobre “Evaluación del desempeño docente en la formación virtual: ideas para la configuración de un modelo”, plantearon como objetivo establecer una revisión bibliográfica sobre la conceptualización y caracterización de los procesos docentes en la formación virtual y su evaluación para identificar elementos y estrategias necesarias en la construcción de un modelo evaluativo. A nivel metodológico se trató de un estudio descriptivo, bibliográfico y correlacional con un enfoque cualitativo. La técnica utilizada fue la revisión bibliográfica. Los resultados obtenidos determinaron que la educación virtual es una modalidad que se fundamenta en un sistema tecnológico de comunicación bidireccional, que sustituye la interacción personal en el aula como medio preferente de enseñanza, por la acción sistemática y conjunta de diversos recursos didácticos y el apoyo tutorial del docente. Sin embargo, se concluye en este trabajo investigativo, que aún es necesario una formación integral docente respecto al uso de la tecnología en el contexto de la virtualidad con la finalidad de contribuir con su desempeño, ya que aún existen algunas limitaciones al respecto que incluyen el dominio de las herramientas digitales, así como la necesidad de aplicar una metodología más interactiva centrada en un rol más activo por parte del alumnado.

A pesar de indicar la existencia de algunas investigaciones relacionadas con el tema sujeto de estudio, aún resulta necesario trabajar con el personal docente respecto al uso de la tecnología en la educación virtual, ya que, si bien se trata de una herramienta que puede contribuir con su desempeño, todavía existen dificultades respecto al uso de esta clase de recursos, puesto que el docente se convierte en tutor y guía del alumno, fomentando un trabajo más activo y participante al respecto, gracias, al uso de esta clase de recursos digitales.

Educación virtual

La educación virtual, se define como una modalidad que se caracteriza por hacer uso de herramientas digitales o virtuales para reemplazar las relaciones presenciales que se llevan a cabo en el aula entre docentes y estudiantes. Su principal característica es la de fomentar procesos de interacción que superan barreras temporales espaciales y temporales en el sistema educativo, además de fomentar un acceso continuo y constante de la información, a través de distintas fuentes que son parte de la red de Internet y de distintas aplicaciones que han sido creadas con fines académicos (Cubillos, 2020).

Otros puntos de vista como el defendido por Morillo y Morales (2022) plantean que la educación virtual se trata de una modalidad de aprendizaje y enseñanza que se fundamenta en el “diseño, puesta en práctica y evaluación de un plan formativo a través de ordenadores, es una educación ofrecida a individuos que están geográficamente dispersos o separados que interactúan en tiempos diferidos del docente empleando recursos informáticos y de telecomunicaciones” (p. 237).

Sumando un aporte al respecto de la educación virtual, Ricardo (2017) sostiene que la educación virtual se remite a una modalidad educativa que se caracteriza por la transformación de roles, ya que los estudiantes asumen un rol activo, independiente y colaborador en torno a sus procesos formativos, mientras que el docente adopta un rol de guía, tutor y de acompañamiento en relación al alumnado, así como de mediador entre el conocimiento a través del uso de la tecnología.

Como puede apreciarse en las definiciones anteriormente planteadas por los autores, la educación virtual se establece como una modalidad en la cual el estudiante asume un rol más activo respecto a la construcción de su conocimiento, gracias al apoyo y tutoría del docente, quien mediante la tecnología y sus aplicaciones, lo guía para que pueda obtener información que al ser procesada e interiorizada se consolida en nuevos saberes que se pueden aplicar no solo a nivel educativo, sino en el resto de su cotidianidad.

Elementos

Como se mencionó con anterioridad, la educación virtual se fundamenta en el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje de manera no presencial y mediante el apoyo de la tecnología, razón por la cual toma en consideración seis elementos fundamentales que se detallan en la siguiente tabla. (Tabla 1).

Tabla 1

Elementos de la educación virtual

Elementos	Descripción
Roles educativos	En la educación virtual, los roles se transforman ya que los alumnos son una figura activa en la construcción de su conocimiento. Por ende, desarrollan destrezas como el autoconocimiento, responsabilidad, pensamiento crítico, entre otras, que fomentan su liderazgo en la búsqueda de información y construcción del saber de acuerdo a sus necesidades cognitivas.
	En cambio, el docente asume el rol de guía, tutor y mediador del conocimiento mediante el uso de distintos recursos tecnológicos, contribuyendo así a la consolidación de un aprendizaje colaborativo y marcado por la continua interacción.

Formatos de aprendizaje	<p>Con relación a los formatos de aprendizaje, estos se hallan vinculados con las actividades y procesos que se utilizan para transmitir conocimiento. Los mismos se fundamentan en el uso de la tecnología y pueden relacionarse con acciones como el uso de entornos virtuales, aprendizaje colaborativo en línea, visualización de videos, videoconferencias, aprendizaje por simulación, resolución de problemas, diseño multimedia, exposiciones en organizadores gráficos multimedia, entre otros, que pueden variar de acuerdo a los contenidos que se abordan, así como a la edad y destrezas cognitivas de los alumnos.</p>
Recursos de aprendizaje	<p>Los recursos de aprendizaje que se utilizan y que se encuentran vinculados a la tecnología y sus distintas aplicaciones pueden ser: computadores, tabletas, internet, bibliotecas multimedia, páginas web, entornos virtuales de aprendizaje, aulas virtuales, redes sociales, programas de presentación de imágenes, videos, documentales, películas, libros digitales, diapositivas, programas multimedia matemáticos, animaciones, digitales, entre otros.</p>
Metodología	<p>La metodología se caracteriza por su carácter lúdico, activo, dinámico, colaborativo, y experiencial ya que tiene como finalidad que el alumno guiado por el docente construya su propio conocimiento, mediante los recursos digitales que se puede utilizar.</p> <p>Se trata de una metodología que no requiere del contacto presencial entre alumno y docente, ya que se puede recurrir a reuniones multimedia, o a su vez al seguimiento de indicaciones que se pueden generar en plataformas, aulas virtuales, blogs, y otros recursos digitales que se utilizan en los procesos de enseñanza u aprendizaje de forma virtual.</p>
Procesos de evaluación	<p>Uno de los elementos diferenciales de la educación virtual corresponde a los procesos de evaluación que se llevan a cabo, y que no se centra en lo cuantitativo, puesto que interesa comprender los aciertos y dificultades que los estudiantes pueden experimentar respecto a los contenidos que se abordan y los conocimientos que se construyen. Por ello, las evaluaciones pueden ser descriptivas y efectuarse en tiempo real mediante una exposición en línea, un debate grupal multimedia, o a través de otros recursos como aulas virtuales donde se cuelgan tareas reflexivas que los alumnos deben desarrollar, incluso apoyándose en la consulta de materiales virtuales como librerías y revistas multimedia.</p>

Personalización	<p>La personalización, que implica que el docente, dependiendo de las necesidades de los alumnos, puede utilizar recursos y desarrollar actividades para satisfacer cada una de las demandas cognitivas de los alumnos, y de esta manera resolver aquellas limitaciones que se pueden presentar al construir el conocimiento. Algunos recursos que pueden usarse son tutorías virtuales personalizadas, correos electrónicos personales, tareas particulares para cada alumno, incluso evaluaciones descriptivas creadas para cada estudiante de forma personal.</p>
-----------------	--

Nota. Se presentan un resumen detallado sobre los elementos de la educación virtual, en base a los aportes de Cubillos (2020) y Bautista et al. (2018).

Al observar la tabla anterior, se puede apreciar que la educación virtual presenta sus particularidades y características, lo que hace que cuente con elementos propios que deben tomarse en consideración, ya que éstos pueden contribuir al fomento de un adecuado desempeño docente. Sin embargo, resulta necesario que el profesorado tenga un adecuado nivel de conocimiento respecto a tales elementos, con la finalidad de que pueda aplicarlos de forma eficiente en el contexto educativo, y de esta manera pueda contribuir positivamente con los procesos de enseñanza y aprendizaje que efectúa permanentemente con el alumnado universitario.

Desempeño docente universitario

El desempeño docente universitario, es definido por Montenegro (2015) como el resultado de la valoración de las acciones educativas que el profesorado lleva a cabo en su contexto profesional y que se encuentra influenciado por distintos factores que incluyen su propia formación, el tipo de destrezas que ha logrado desarrollar, así como el ambiente educativo en el cual se desenvuelve y que puede incidir de forma directa en su trabajo cotidiano.

Desde otras miradas conceptuales, se plantea que el desempeño docente se remite a un conjunto de indicadores que permiten dar cuenta del tipo y calidad de trabajo realizado por el profesorado en el contexto universitario. Dicho desempeño no solo se lo puede evaluar de manera cuantitativa, sino que además puede analizárselo de forma cualitativa, es decir, dando cuenta de los logros y dificultades experimentados en la labor educativa que se ejerce día a día (Salas, 2017).

Para investigadores como Loureiro *et al.* (2016), el desempeño docente universitario es una variable compleja y multidimensional cuya valoración debe efectuarse de manera integral, puesto que es necesario tomar en cuenta elementos de la función docente, puesto que a través de la valoración de los mismos es posible analizar las fortalezas y dificultades, “involucrando a los diversos actores de la institución, y debe ser contextual, en el sentido de que sea acorde a la realidad de la institución, sistematizando y extendiendo aquellas experiencias que ya se han desarrollado” (p. 56).

A lo expuesto hasta el momento, Rittershausen *et al.* (2019) sostienen que el desempeño docente universitario es una variable fundamental en el contexto educativo, puesto que no solo permite dar cuenta del accionar del profesorado, sino de la vinculación de su figura con otros aspectos que son parte de los

procesos de enseñanza y aprendizaje, y de las mismas entidades educativas. Es por ello, que cuando se habla de desempeño docente se deben considerar múltiples aspectos que intervienen en el trabajo escolar que se viene efectuando en el contexto universitario.

El desempeño docente también ha sido definido como una dimensión dentro del contexto de la educación que permite dar cuenta del “conjunto de capacidades desplegadas por los docentes en el proceso de enseñanza–aprendizaje, dentro del aula, así como las habilidades comunicacionales, actitudes y valores que permiten la integración de la teoría con la práctica” (Flores, 2020, p. 3).

Complementando lo expuesto con anterioridad, Gonzáles (2022), plantea que el desempeño docente universitario puede definirse como:

Un elemento decisivo para impartir educación de calidad de manera independiente a un adecuado diseño curricular y al presupuesto de la institución. El desempeño docente, al ser un aspecto humano, es clave para lograr un ejercicio profesional acorde con los requerimientos de la sociedad y del momento. Se encarga de impulsar la responsabilidad necesaria de una buena formación y aprendizajes que sirvan no sólo para la etapa profesional, sino para el desarrollo personal. En este aspecto, los estándares del desempeño docente determinan sus actividades y la manera de hacerlo durante el proceso de trasmisión de conocimientos a los estudiantes, lo cual se convierte en una referencia para la reflexión y mejora continua de su labor (p. 26).

La cita anterior determina que el desempeño docente universitario no solo se trata de un concepto en el cual se pretende explicar las funciones que el profesorado asume dentro del aula y en los procesos de enseñanza con sus alumnos. Se trata de una variable amplia que se enfoca en dar cuenta de la manera en que el trabajo docente puede contribuir con la formación integral de sus estudiantes, no solo a nivel profesional, sino en su desarrollo en general, además de analizar cómo esta labor puede influir de manera positiva en la transformación de la sociedad.

Es por ello, que en criterio de Rittershausen *et al.* (2019), el desempeño docente universitario no solo puede remitirse a una evaluación que se la efectúa a nivel cuantitativo, puesto que interesa comprender la manera en que aspectos como las destrezas del profesorado, su nivel de conocimiento y dominio de una asignatura, los recursos educativos que utiliza, así como la metodología que se trabaja en los procesos de enseñanza tienen su impacto en el sistema educativo.

Por tal motivo, en criterio de estos mismos autores resulta necesario que el desempeño docente universitario pueda ser valorado por instrumentos que permitan comprender estos aspectos, y al mismo tiempo, obtener resultados claros que den cuenta de las fortalezas de dicho desempeño, así como las limitaciones obtenidas al respecto que pueden abordarse de una manera integral para contribuir positivamente con el trabajo realizado por el personal docente en cada uno de sus espacios a nivel universitario.

Educación virtual y desempeño docente universitario

La educación virtual constituye una de las modalidades que ha cobrado importancia en la actualidad debido a las posibilidades que presenta tanto para el alumnado como para la gestión efectuada por el personal docente. En este sentido, educación virtual y desempeño docente universitario son dos aspectos que se consolidan entre sí y que suponen uno de los temas actuales en materia de educación.

Respecto a ello, Carmona et al. (2019) sostienen que la educación virtual ha generado una amplia transformación en lo que respecta al desempeño docente universitario. Tal hecho se debe a que por una parte se han transformado los roles clásicos de la educación, ya que por una parte los estudiantes asumen un rol más activo y protagónico en la construcción de sus conocimientos, mientras que, por otra parte, los docentes asumen un rol más colaborativo, de guía y de mediación en los procesos de aprendizaje y enseñanza que se efectúan dentro y fuera del aula.

Estos mismos autores refieren además que la inclusión de la tecnología y sus aplicaciones en el contexto educativo ha supuesto una transformación respecto al desempeño docente en la universidad que puede ser muy beneficioso para la comunidad educativa. Tal afirmación se fundamenta en el hecho de que es posible poner en práctica nuevos métodos y actividades para aprender y enseñar que destacan por su carácter lúdico, interactivo y participativo.

Un ejemplo de ello supone el uso de ambientes virtuales de aprendizaje a través de los cuales los estudiantes pueden integrarse a actividades colaborativas entre compañeros que pueden realizarse sin que exista la necesidad de acudir a una clase presencial. Además, el docente cuenta con la posibilidad de fomentar la búsqueda de información en distintas fuentes digitales que se encuentran disponibles de manera gratuita en la web (Carmona *et al.*, 2019).

Esto no implica que el docente deja su rol en segundo plano, sino que por el contrario se convierte en guía y mediador en la construcción del conocimiento, mediante el apoyo de recursos tecnológicos que transforman la forma de aprender, y que, si se los utiliza de forma eficiente, pueden dar lugar a un saber significativo que se pueda aplicar de forma práctica en la realidad y vida cotidiana de cada alumno (Carmona *et al.*, 2019).

Los hallazgos obtenidos por investigadores como Leal (2016) plantean que el desempeño en la educación virtual conlleva el desarrollo de una serie de destrezas, habilidades y competencias por parte del profesorado que permiten dar respuesta a las necesidades del alumnado y sus procesos cognitivos fundamentados en la virtualidad. Tal hecho implica que los docentes deben contar con conocimientos vinculados al uso de la tecnología como una herramienta mediadora en la construcción del saber y la generación de experiencias significativas al momento de aprender.

Por tal motivo, la educación virtual no se constituye como un obstáculo en el desempeño docente universitario, sino que más bien se trata de un nuevo enfoque o modalidad en la educación que requiere de una actuación más dinámica y colaborativa por parte del profesorado, así como un cambio de rol del alumno, puesto que se requiere que se vuelva más participativo, activo y comprometido con su propia formación, así como responsable en cuanto al uso de la tecnología que tiene a la mano como una herramienta educativa (Leal, 2016).

En criterio de Velasco *et al.* (2012), la educación virtual puede constituirse en una herramienta fundamental en el desempeño docente universitario, sin embargo se trata de un proceso que requiere de una participación activa del profesorado, puesto que conlleva la búsqueda de conocimiento acerca de aspectos vinculados a la metodología que ha de utilizarse y el uso efectivo de las tecnologías de comunicación, puesto que no se trata de que el rol docente pasa a segundo plano, sino que por el contrario se transforma, de tal manera que el trabajo colaborativo debe primar en los procesos cognitivos que se consolidan dentro y fuera del aula.

Estos mismos autores sostienen además que los procesos educativos a través de la virtualidad conllevan nuevas formas de pensar y actuar por parte de los docentes, motivo por el cual es necesario tener una mirada abierta hacia las posibilidades que el uso de las tecnologías multimedia suponen en la educación, así como los beneficios que pueden implicar no solo para los alumnos, sino para el trabajo profesional de los educadores. Es por esta razón que en criterio de Velasco *et al.* (2012) resulta fundamental que los profesores no sientan temor por los retos que conlleva la educación virtual, sino que por el contrario los asuman como una forma de aprender nuevos conocimientos en su práctica profesional, y consolidar destrezas que serán claves en su desempeño académico en el contexto universitario.

Es por todo lo expuesto que se puede finalizar señalando que la manera en que la educación virtual puede contribuir con el desempeño docente universitario se centra en una transformación cualitativa respecto a la actuación asumida por el profesorado en los procesos de enseñanza que lleva a cabo con sus estudiantes. Tal acción se debe a que, gracias a la inclusión de la tecnología y sus aplicaciones en la educación, el rol docente, así como la metodología que utiliza y las actividades cognitivas que lleva a cabo en los procesos de enseñanza se modifican, de tal manera que el estudiante asume un rol más protagónico en la construcción de su conocimiento, pero que aún requiere la guía del profesor.

Por todo ello, la capacidad docente para abordar nuevas perspectivas respecto a los procesos formativos que se producen en la educación virtual supone un reto que debe irse consolidando en el tiempo, puesto que ello le permite fortalecer su desempeño docente, además de trabajar de manera colaborativa con el resto de la comunidad educativa con la finalidad de lograr un sistema educativo integral que no solo se centre en la formación profesional de los alumnos, sino que además se interese por aspectos humanos que de manera conjunta contribuyan con el desarrollo de la sociedad de forma positiva.

Metodología

Desde la perspectiva de investigadores como Moratalla (2016), la metodología que se aplica en la educación virtual se fundamenta en modelos educativos como el Constructivismo y el Aprendizaje Significativo. Esto se debe a que el estudiante asume un rol activo respecto a la consolidación de su propio conocimiento, siendo apoyado por el personal docente, quien lo guía respecto al uso de distintos recursos tecnológicos que son necesarios para la adquisición y procesamiento de la información.

En este sentido, la metodología que es parte de la educación virtual se centra en un trabajo colaborativo entre docentes y estudiantes, siendo los segundos los conductores de la construcción de su conocimiento que se fundamenta en sus experiencias previas que resultan necesarias al momento de vincular o anclar los nuevos saberes, ya que de esta manera se puede consolidar un aprendizaje plasmado de significancia y practicidad en la vida cotidiana (Sevilla *et al.*, 2017).

Por su parte, Bautista *et al.* (2018) sostienen que la metodología que se implementa en la educación virtual no requiere de un contacto presencial entre el estudiante y el docente, lo que fomenta un mayor grado de responsabilidad entre ambas partes respecto a la construcción del conocimiento. Esto implica que el alumno es más autónomo en sus procesos de aprendizaje, y por ello, requiere ser más disciplinado y comprometido con las actividades que debe llevar a cabo por sí solo, puesto que la vigilancia del docente desaparece y, por lo tanto, debe afrontar de manera eficiente sus procesos de aprendizaje.

A lo expuesto, Cubillos (2020) añade además que la metodología en la educación virtual resulta interactiva puesto que gracias al uso de las distintas tecnologías de información y comunicación es posible crear procesos de aprendizaje lúdicos, colaborativos, experienciales, sensoriales y dinámicos que fomentan que los conocimientos adquiridos no se vuelvan memorísticos, sino que adquieren un sentido práctico en la vida de cada persona, es decir, permiten vincular la teoría con la realidad social.

Lo expuesto con anterioridad determina que la metodología que se utiliza en la educación virtual presenta un carácter interactivo, dinámico y lúdico, puesto que permite que los estudiantes asuman un rol más activo respecto a la construcción de sus conocimientos, mientras que los docentes asumen un papel de guía y acompañamiento respecto a la selección de la información, su análisis y uso práctico.

En este sentido, gracias al uso de la tecnología y sus distintas aplicaciones, los estudiantes asumen un rol autónomo al momento de construir su conocimiento, mientras que los docentes se encargan de guiarlos respecto al uso de esta clase de herramientas educativas, lo que da como resultado un proceso de enseñanza y aprendizaje colaborativo y a través del cual es posible vincular la teoría con la realidad, y así aplicar lo que se aprende en la resolución de problemas que surgen en la cotidianidad de cada ser humano.

Conclusiones

El abordaje teórico planteado en este artículo académico permite concluir que la influencia de la educación virtual es positiva en la actualidad puesto que se trata de una metodología innovadora para el desempeño docente universitario. Tal afirmación se debe al hecho de que los procesos formativos que se efectúan a través de la virtualidad implican un cambio en la actuación docente que conlleva el aprendizaje y dominio de competencias y conocimientos respecto al uso de recursos didácticos, metodologías y actividades que tienen como objetivo generar procesos de aprendizaje más interactivos en donde el alumno asume un rol más protagónico y activo al respecto, mientras que el profesor asume un rol de guía al respecto.

En lo concerniente a los elementos que intervienen en la educación virtual, éstos corresponden a la transformación de los roles educativos, la inclusión de nuevos formatos de aprendizaje, el uso de recursos de aprendizaje vinculados con la tecnología, la inclusión de una metodología activa y colaborativa, procesos de evaluación descriptiva y la personalización respecto a las demandas cognitivas de los alumnos.

En relación al tipo de metodología que se utiliza en la educación virtual, ésta se caracteriza por interactividad, dinamismo y función lúdica, ya que permite que el alumnado cobre un rol más activo en torno a la construcción de sus conocimientos, mientras que los docentes adoptan el papel de guía y acompañamiento respecto a la selección de la información, su análisis y uso práctico.

Respecto a la manera en que la educación virtual puede contribuir con el desempeño docente universitario debe referirse que se trata de asumir una transformación cualitativa en relación a la actuación asumida por el personal docente en los procesos formativos que realiza con sus alumnos. Esto es posible a que, mediante la inclusión de herramientas educativas digitales, el rol docente, así como la metodología que aplica y las actividades cognitivas que pone en práctica en los procesos de enseñanza se modifican, permitiendo que el estudiante se adjudique un rol más protagónico en la consolidación de su conocimiento, pero apoyado siempre en la guía del profesor.

Además, debe mencionarse que aún con las dificultades existentes ante la ausencia de preparación en este cambio de enseñanza, es destacable la alta participación del profesorado para mantener la línea de educación y aprendizaje en constante camino.

Crear un perfil de maestro virtual es necesario dentro de la institución educativa, ampliando así el contenido de la clase y evitando que esta sea únicamente bajo el contexto de asignación o revisión de tareas, sino una interactividad entre alumno–maestro para acrecentar el conocimiento mediante ejercicios multimedia, debates o dinámicas grupales.

Robustecer el área de ciencia y tecnología universitaria con la finalidad de que el centro educativo cuente con la capacidad de desarrollar herramientas virtuales propias aplicadas a la enseñanza de manera

personalizada según las necesidades del *pensum* académico a impartir, de tal manera que, no se dependa en su totalidad de la implementación de herramientas externas.

Referencias Bibliografías

- Aguilar, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 213-223. doi:10.4067/S0718-07052020000300213
- Baque, G. y Viguera, J. (2021). El docente y su desempeño en la educación virtual. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 991-1005. doi:10.23857/pc.v6i3.2417
- Bautista, G., Borges, F. y Forés, A. (2018). *Didáctica universitaria en Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje*. Narcea Ediciones.
- Carmona, M., Trestini, M. y Carrasquero, F. (2019). *Gerencia Educativa Desempeño Docente: Binomio para la Calidad Educativa*. Madrid: Editorial Académica Española.
- Cabero, J., Llorente, M. y Morales, J. (2018). Evaluación del desempeño docente en la formación virtual: ideas para la configuración de un modelo. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 261-274. doi: <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.17206>
- Cubillos, M. (2020). *Educación Virtual: Educación Online, en Línea, a Distancia, Ciber-Educación para el mundo*. Cámara Colombiana del Libro.
- Flores, E. (2020). *El desempeño docente universitario: concepciones de los alumnos versus concepciones de los profesores*. <https://files.pucp.education/departamento/educacion/2020/02/14143647/elizabeth-flores-el-desempeno-docente-universitario-concepcion-de-los-alumnos-vs-concepcion-de-los-profesores.pdf>
- Gómez, E. (2020). Educación virtual: incidencia del desempeño docente en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar*, 4(2), 1-16. doi:doi.org/10.37811/cl_rcm.v4i2.157
- González, R. (2022). Desempeño docente y logro de aprendizajes en estudiantes universitarios. *Innova Educación*, 4(2), 25-44. doi:<https://doi.org/10.35622/j.rie.2022.02.002>
- Leal, I. (2016). *El desempeño docente y el logro de resultados de aprendizajes*. Madrid: Editorial Académica Española.
- Loureiro, S., Míguez, M. y Otegui, X. (2016). Desempeño docente en la enseñanza universitaria: análisis de las opiniones estudiantiles. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 55-67. <https://www.redalyc.org/pdf/4436/443646604005.pdf>
- Montenegro, I. (2015). *Evaluación del desempeño docente. Fundamentos, modelos e instrumentos*. Bogotá: Magisterio.

- Moratalla, A. (2016). *Educación y redes sociales. La autoridad de educar en la era digital*. Lima: Encuentro Grupo Editor.
- Moreira, J. y Zambrano, M. (2022). Educación virtual: un análisis en tiempos de pandemia. *REVISTA RELEP. Educación y Pedagogía en Latinoamérica*, 4(1), 32-44. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/643/6432975003/>
- Morillo, J. y Morales, I. (2022). La educación virtual en la Universidad Central del Ecuador: ¿un nuevo reto académico? *Estudios de la Gestión* (11), 232-253. doi:<https://doi.org/10.32719/25506641.2022.11.6>
- Ricardo, C. (2017). *Ambientes virtuales de aprendizaje: retos para la formación y el diálogo intercultural*. Universidad Autónoma de Occidente.
- Rittershaussen, S., Montecinos, C., Solís, M. y Contreras, I. (2019). *Muestras de desempeño docente. Instrumento para evaluar la calidad de la enseñanza y su Impacto en el aprendizaje*. Santiago: Universidad Católica de Chile.
- Roig, R. (2017). *Educación y Tecnología*. Octaedro.
- Salas, M. (2017). *La evaluación del desempeño de los docentes*. México D.F.: Universidad Veracruzana.
- Sevilla, H., Tarasow, F. y Luna, M. (2017). *Educación en la era digital*. Guadalajara: Pandora, S.A. de C.V.
- Velasco, E., Sánchez, F. y Bautista, H. (2012). *La motivación en el desempeño laboral docente*. Madrid: Editorial Académica Española.

Metodología COIL y salud digital: Transformando la educación superior y la atención médica en la era digital

COIL methodology and digital health: Transforming higher education and healthcare in the digital age

Adriana Revelo Cerón¹, Josselin Mabel Ocares Arenas², María Paula Casas Porras³, Steve Rodriguez Guerrero⁴, Paola Alvis Duffo⁵, Tatiana Andrea Triviño González⁶

RESUMEN

La educación superior ha experimentado cambios significativos en la era de las Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones (TIC). Esto ha llevado a que las Instituciones de Educación Superior (IES) se enfoquen en estrategias metodológicas de internacionalización, como el Aprendizaje Internacional Colaborativo en Línea (COIL). En el marco del convenio de cooperación interinstitucional entre la Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), se implementó la Experiencia COIL con el objetivo de ilustrar cómo la colaboración interinstitucional y la internacionalización del currículum académico pueden influir en el desarrollo de competencias fundamentales en los estudiantes de las IES enfocado en el tema de “Salud Digital en la Academia”. Durante cuatro sesiones, los estudiantes demostraron una comprensión de los contenidos trabajados, así como una mejora en el uso de las herramientas tecnológicas y el desarrollo de habilidades interculturales y colaborativas multiculturales propios de la metodología implementada.

Palabras clave: *COIL (Aprendizaje Colaborativo en Línea), Aprendizaje Colaborativo, Salud Digital, Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), Interculturalidad.*

ABSTRACT

Higher education has undergone significant changes in the era of Information and Telecommunications Technologies (ICT). This has led Higher Education Institutions (HEIs) to focus on methodological internationalization strategies, such as Collaborative Online International Learning (COIL). Within the framework of the inter-institutional cooperation agreement between the Latin American Online Technological University (Utel) and the National Open and Distance University (UNAD), the COIL Experience was implemented with the objective of illustrating how inter-institutional collaboration and the internationalization of the academic curriculum can influence the development of fundamental

¹ Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea, Utel. México

² Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea, Utel. México

³ Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea, Utel. México

⁴ Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. Colombia

⁵ Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD. Colombia

⁶ Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea, Utel. México

competencies in HEI students focused on the topic of “Digital Health in Academia”. During four sessions, the students demonstrated an understanding of the content worked on, as well as an improvement in the use of technological tools and the development of intercultural and multicultural collaborative skills typical of the implemented methodology.

Keyword: *COIL (Collaborative Online Learning), Collaborative Learning, e-Health, Information and Communication Technologies (ICT), Interculturality*

Introducción

En la actualidad, la educación superior ha sido objeto de significativos cambios y transformaciones que han redefinido su naturaleza. Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han ejercido un impacto en la forma en que las personas adquieren y comparten conocimientos. Estas transformaciones han superado las barreras geográficas y han ampliado las oportunidades de aprendizaje, abriendo nuevas vías de colaboración académica.

Por esta razón, se convirtió en una prioridad para las Instituciones de Educación Superior (IES) encontrar estrategias de internacionalización sencillas, innovadoras, sin costos adicionales, flexibles y adaptables a diversas realidades y con la posibilidad de implementarse con el uso de tecnologías básicas, para lograr mantener los procesos de aprendizaje y las relaciones entre estudiantes, docentes e instituciones (Meza, 2020, como se citó en Wiesner–Luna, V., & Burgoa-Godoy, C. 2023, p. 3). Así mismo, se han integrado rutas de enseñanza- aprendizaje con estrategias pedagógicas a diferentes contextos articuladas a la internacionalización de la educación superior, con el fin de suprimir esas brechas digitales para así ampliar el acceso a la educación, la información y la comunicación de manera significativa.

Esta transformación ha incorporado diferentes formas de intercambiar conocimientos y saberes en el mundo. La importancia de esto radica en mejorar la calidad de la educación y la investigación que permita a los estudiantes asumir retos y desafíos en un mundo globalizado que contribuyan significativamente a la sociedad en diferentes áreas profesionales (de Wit et al., 2015, como se citó en Ramírez, A. R., & Bustos-Aguirre, M. L., 2022, p. 4).

Como menciona Ramírez, A. R., & Bustos-Aguirre, M. L. (2022), con el fin de desarrollar habilidades y competencias interculturales que permitan a los estudiantes comprender mejor el mundo; aprender a aprender; enriquecer su apreciación sobre asuntos globales; realizar interacciones culturales significativas y asertivas; expresar y comprender perspectivas, comportamientos y actitudes diferentes a los propios; fortalecer la capacidad para actuar ante situaciones desconocidas, resolver problemas y tomar decisiones, surge dentro de los modelos de experiencia de aprendizaje colaborativo con pares internacionales y el intercambio de conocimiento, la metodología COIL por sus siglas en inglés (Collaborative Online International Learning), que promueve la colaboración, el aprendizaje interactivo e intercultural a través de herramientas digitales de aprendizaje y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), con el objetivo de poder identificar el impacto que tienen las Tecnologías de la Información y la Comunicación que va a permitir a los estudiantes tener la capacidad de enfrentar los desafíos de globalización educativa, en su práctica profesional y laboral.

En este sentido, se presenta este artículo acerca del COIL denominado: Salud Digital en la Academia el cual busca analizar las experiencias, acudiendo a todo lo vivenciado entre la colaboración académica de los estudiantes de los programas de la Maestría en Gestión Directiva de Instituciones de Salud de la Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) y estudiantes de diferentes programas del curso de Telesalud de la Escuela de Ciencias de la Salud - ECISA de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), entre ambas instituciones, una en México y otra en Colombia; dentro del ejercicio de implementación de la metodología *COIL* en el marco de la Salud Digital en la Academia. Al mismo tiempo, se busca evidenciar el uso de las competencias tecnológicas y el desarrollo de las habilidades blandas para promover la co-creación de soluciones, con el fin de detallar un proceso estructurado de experiencias mediado por un Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL), estrategia que conecta a estudiantes y profesores de diversas procedencias geográficas para aprender, discutir y colaborar activamente entre sí, utilizando herramientas digitales en el ámbito académico.

¿En qué consiste COIL?

La metodología COIL es un modelo de internacionalización curricular creado en 2004 en la Universidad Estatal de Nueva York (SUNY) por Jon Rubin. Esta metodología busca que los docentes de diferentes países organicen, diseñen e implementen módulos que permitan enriquecer el conocimiento, es decir, que puedan aplicarse a distintas disciplinas por medio de actividades que estén alineadas con los objetivos de aprendizaje mediados por recursos tecnológicos, teniendo como resultado trabajos interdisciplinarios.

En palabras de Meza (2018):

Se trata de un enfoque interactivo para aprender o aprender haciendo y se centra en la colaboración entre los estudiantes para el análisis y resolución de problemáticas que son atendidas desde sus específicos ámbitos del conocimiento compartiendo con ello conocimientos disciplinares y generando propuestas desde una perspectiva multicultural y como una acción estratégica para la internacionalización del currículo ya que este modelo permite situar la práctica educativa al contexto internacional y multicultural permitiendo a los estudiantes el acceso a la internacionalización en casa (...) (Meza Morón, 2018, p. 9)

Como lo menciona López, R. (2021) “el modelo COIL representa una nueva ruta del aprendizaje electrónico (e-Learning), caracterizado por el uso de las TIC” (p. 3), de esta manera creamos entornos de interacción, construcción y desarrollo de competencias por medio de herramientas para el trabajo colaborativo. Por ello, la organización de esta metodología consiste inicialmente en seleccionar los temas a tratar en las sesiones, las actividades y las herramientas tecnológicas que se van a utilizar para que se cumplan los objetivos del curso y la evaluación del mismo.

La implementación de COIL entre Utel Universidad y UNAD

La Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) de México desde hace más de 10 años combina las tecnologías digitales con la trayectoria en educación superior, desarrollando experiencias flexibles y acompañadas de aprendizaje práctico, útil y actual; con comunidades estudiantiles en más de 110 países, entre ellos México, Filipinas, Colombia, Perú, Estados Unidos, Chile, Ecuador, España y República Dominicana, con alrededor de 59 programas académicos con alianzas globales, 145,000 estudiantes y egresados y 1,700 docentes. Por su parte, la Universidad Nacional Abierta y la Distancia (UNAD) de Colombia se creó hace 42 años con el objeto de diseñar e implementar programas académicos con la estrategia pedagógica de la educación a distancia, que fuesen pertinentes con las necesidades locales, regionales, nacionales e internacionales y acordes con los retos y las demandas de una sociedad democrática, participativa y dinámica, con presencia en más de 70 centros regionales y 1,016 de los 1,123 municipios de Colombia, siendo la institución pública de educación superior más grande y líder en esta modalidad educativa en el país.

De esta forma, con el fin de implementar la metodología COIL, se estableció una colaboración estratégica entre estas dos instituciones de educación superior de América Latina. Este esfuerzo conjunto se centró en la integración de Salud Digital en la Academia, reconociendo la importancia de transmitir conocimientos que incorporen la tecnología y que fomenten la interconexión estudiantil en un mundo cada vez más globalizado y digitalizado. Todo esto en el marco de la firma de un convenio marco de cooperación interinstitucional entre ambas instituciones.

Considerando a Utel y UNAD como líderes en la educación virtual y la innovación educativa, se crea entre ambas instituciones un escenario propicio para evaluar los impactos al implementar COIL como metodología, evidenciar cómo influye en la educación, y cómo transmitir conocimiento en la temática de salud digital en un entorno que cambia constantemente.

La alianza entre Utel Universidad y UNAD para llevar a cabo la experiencia *Salud Digital en la Academia* ilustra cómo la colaboración interinstitucional y la internacionalización del currículum académico pueden influir en el desarrollo de competencias fundamentales en los estudiantes. Este enfoque no solo potencia el enriquecimiento de la experiencia educativa, sino también contribuye a la formación de individuos preparados para afrontar los retos de la salud en el mundo digital.

Salud digital en la academia

La convergencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito de la salud ha dado lugar a la "Salud Digital", un campo multidisciplinario que está transformando significativamente la manera en que se abordan los problemas de salud y se lleva a cabo la investigación en el ámbito académico. La Salud Digital se ha convertido en un catalizador de la innovación y una herramienta crucial en la mejora de los sistemas de atención médica en la población que requiere de constantes políticas y estrategias para afianzar la calidad y la cobertura de la misma.

Es fundamental aclarar que la noción de "Salud Digital" no implica la creación de un concepto nuevo, sino más bien el impulso del progreso en el campo de la salud mediante la adopción de tecnologías, con

un enfoque dual en la mejora de la calidad y el acceso, particularmente dirigido a regiones geográficamente remotas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido la salud digital como un factor transformador fundamental para elevar la calidad y equidad en la provisión de servicios e intervenciones innovadoras y efectivas (OMS, 2020). Sin embargo, se debe subrayar que este proceso plantea un desafío en cada país, ya que la transformación requiere un sólido respaldo a nivel socio-político.

Se puede afirmar entonces que “La Salud Digital es un campo que se ocupa de la salud de las personas usando como herramienta las nuevas tecnologías. Las premisas de este nuevo paradigma de asistencia sanitaria son eficiencia, accesibilidad, calidad y rapidez” (García, 2020).

En este contexto, la Salud Digital demanda un compromiso y una responsabilidad compartida por parte de todos los actores que forman parte de este ámbito. Esto engloba a los pacientes, a los profesionales de la salud que practican y enseñan, así como a los organismos reguladores en esta esfera. Este concepto impulsa una transformación global que abarca aspectos tecnológicos, clínicos y de atención médica. Por lo tanto, es imperativo que cada uno de estos actores reconozca la importancia de su uso e implementación dentro de su respectiva función.

Ahora bien, la salud digital en el ámbito académico desempeña un papel fundamental en la formación y fomento en el aprendizaje en el campo de la salud. Es su responsabilidad impulsar el uso de las nuevas tecnologías que forman parte de esta transformación digital. Esto se logra a través de la actualización de los docentes y el talento humano en salud, mejoras en los currículos, la vinculación de herramientas tecnológicas en las prácticas, el fomento a la innovación, y la identificación de los indicadores de calidad, entre otros.

Como resultado, la educación en salud digital contribuye a la creación de un ecosistema digital compuesto por elementos de infraestructura que brindan soporte a los modelos de salud. Entre ellos se encuentran: La historia clínica electrónica, las aplicaciones para dispositivos móviles en salud (apps), la realidad aumentada, la realidad virtual, aumentada y mixta, robots, las redes sociales, los dispositivos vestibles (wearables, palabra en inglés), el internet de las cosas (IoT, sigla en inglés), la telesalud, el análisis de datos y la inteligencia artificial.

De esta manera, el concepto de salud digital, con la incorporación de las nuevas tecnologías, promueve cambios significativos en los modelos de atención en salud. Estos cambios incluyen: un enfoque centrado en el paciente, la optimización de servicios, la utilización de aplicaciones móviles y el Internet de las Cosas (IoT), así como la formación de comunidades conectadas a través de las redes sociales.

En primer lugar, los modelos centrados en el paciente hacen uso de herramientas de software para respaldar decisiones clínicas basadas en datos extraídos de sistemas de información en salud. Este enfoque se centra en proporcionar una atención continua y personalizada a los pacientes, mejorando así la calidad de la atención que reciben.

Por otro lado, los modelos de servicios optimizados adoptan sistemas de información en la nube, lo que permite un intercambio, integración y utilización de información en tiempo real. Esto agiliza la gestión de datos clínicos y la toma de decisiones, lo que a su vez puede mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica.

En el ámbito de la salud digital, también encontramos modelos respaldados por el uso de aplicaciones móviles (apps) e Internet de las Cosas (IoT). Estos modelos se enfocan en el monitoreo de la salud de las personas y promueven un estilo de vida saludable a través de la tecnología, lo que empodera a los individuos para cuidar su bienestar de manera proactiva.

Finalmente, los modelos basados en redes sociales y comunidades conectadas desempeñan un papel crucial al fomentar el intercambio de conocimientos entre diversos proveedores de servicios de salud. Esto permite ofrecer servicios de atención médica centrados en la persona, su familia y su comunidad, lo que contribuye a una atención más holística y personalizada. Estos avances en la salud digital están transformando la forma en que se brinda y se recibe atención médica en la era moderna.

Como marco de referencia la OMS/OPS han presentado los ocho principios para la transformación digital que debe seguir toda nación para el fortalecimiento de la salud gracias a la intervención tecnológica (OPS, 2021). Los ocho principios y con su breve descripción se presentan en la siguiente Figura 1:

1	Conectividad universal 	Asegurar la conectividad universal en el sector de la salud para 2030.
2	Bienes públicos digitales 	Cocrear bienes de salud pública digitales por un mundo más equitativo.
3	Salud digital inclusiva 	Acelerar hacia una salud digital inclusiva con énfasis en los más vulnerables.
4	Interoperabilidad 	Implementar sistemas de información y salud digital interoperables, abiertos y sostenibles

5	Derechos humanos 	Transversalizar los derechos humanos en todas las áreas de la transformación digital en salud.
6	Inteligencia artificial 	Participar en la cooperación mundial sobre inteligencia artificial y cualquier tecnología emergente.
7	Seguridad de la información 	Establecer mecanismos de confianza y seguridad de la información en el entorno digital de la salud pública.
8	Arquitectura de la salud pública 	Diseñar la arquitectura de la salud pública en la era de la interdependencia digital.

Figura 1. Principios de la transformación digital en salud (OPS, 2021)

El alcance de cada uno de estos principios supone una serie de retos en cada país que parten desde aspectos técnicos, normativos, la alfabetización en salud digital a todos los actores, entre otros. Por ello, la educación en salud digital se vuelve imprescindible. A través de la adopción de enfoques pedagógicos innovadores, se promoverán habilidades interculturales y colaborativas en la formación profesional, preparando a los individuos para enfrentar con éxito los desafíos de la salud digital en sus roles dentro de este sector.

Desarrollo

Este artículo presenta los resultados de la implementación del proyecto "Experiencia COIL Utel–UNAD", el cual se realizó en el segundo semestre académico del año 2023, entre los estudiantes de la Maestría en Gestión Directiva de Instituciones de Salud de la Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) y estudiantes de los diferentes programas del curso de Telesalud de la Escuela de Ciencias de la Salud–ECISA de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), que tiene como objetivo promover la educación global, la colaboración intercultural y el desarrollo de competencias globales entre estudiantes y docentes de ambas instituciones. A través de experiencias de aprendizaje en línea colaborativas, el programa busca enriquecer la formación académica, fomentando la comprensión intercultural y el pensamiento crítico, todo ello en el contexto de la “Salud Digital en la Academia” como temática específica seleccionada.

Se desarrolló un Manual de proyecto de "Experiencia COIL Utel–UNAD", con el propósito de establecer un marco sólido que guíe la implementación exitosa del mismo, donde se formulan directrices estratégicas para brindar coherencia y guía a todas las facetas del proyecto, desde su concepción hasta su desarrollo.

En primer lugar, los equipos responsables de la ejecución del Convenio Interinstitucional firmado por la Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) y la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) lograron evidenciar la necesidad de internacionalización del currículo y la promoción de actividades académicas relacionadas. En respuesta a esta necesidad, Utel Universidad presentó el

proyecto “Experiencia COIL Utel” y dio a conocer los procesos administrativos, las diferentes áreas involucradas, los recursos necesarios para llevarla a cabo, entre otros. A esta iniciativa y con el fin de cumplir con dichos objetivos se identificaron varias etapas para la elaboración del proyecto como: 1. preparación, 2. desarrollo, y 3. recopilación de resultados de aprendizaje; por lo cual el equipo de la UNAD intervino creando un cronograma de actividades conjuntas.

Estas actividades de trabajo conjunto entre las IES se llevaron a cabo en cuatro semanas, en las cuales se planearon reuniones de coordinación, se examinaron los planes de estudio de ambas instituciones en búsqueda de programas con un área de conocimiento común. Se identificó afinidad entre la Maestría en Gestión Directiva de Instituciones de Salud de la Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel) y los programas del curso de Telesalud de la Escuela de Ciencias de la Salud–ECISA de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Luego, se seleccionó “La Salud Digital en Academia” como tema a abordar, asegurándose que fuera pertinente, relevante, actual y que permitiera la participación activa del público objetivo.

En este sentido, se llevaron a cabo las gestiones necesarias para la realización del proyecto, incluyendo la gestión académica, que abarcó la planificación de objetivos, el diseño curricular, la coordinación de los contenidos académicos, la definición de la cantidad de sesiones, horarios, fechas y la distribución de los docentes por sesión; la gestión de la comunicación, que se centró en la difusión de la convocatoria, el envío de enlaces de registros e información relevante; la gestión tecnológica, que implicó la selección y configuración de las herramientas y plataformas tecnológicas necesarias para el desarrollo de las clases; y finalmente, la gestión legal, que se encargó de llevar de manera adecuada los aspectos relacionados con la propiedad intelectual y obtención del consentimiento informado con el propósito de garantizar la protección de la privacidad y confidencialidad de los datos de los participantes.

Para la correcta ejecución de las gestiones previamente descritas, se involucraron desde Utel las áreas de Regulación y Carrera, el área de Capacitaciones y el área de Comunidades de Utel concertando mesas de trabajo una vez por semana con los docentes de ambas instituciones y los encargados de la ejecución del proyecto de UNAD.

Planeación de las sesiones COIL

La experiencia COIL se llevó a cabo en cuatro sesiones sincrónicas con una duración de 90 minutos cada una divididas en cuatro semanas, centradas en temas especializados dentro del área de conocimiento de la “Salud Digital en la Academia”. Se contó con la participación de 128 estudiantes, entre hombres y mujeres, de un rango de edad entre 18 a 40 años, de los cuales un 10% pertenecen a Utel universidad y 90% a la UNAD. En cuanto a los docentes, dos pertenecían a Utel Universidad y uno de ellos a la UNAD. Para cumplir con el objetivo del proyecto, que se centra en promover la interculturalidad, la interconexión y la transmisión de conocimientos mediados por TIC. A continuación, se detallan las etapas de ejecución que permitió llevar a cabo la Experiencia COIL entre Utel Universidad y la UNAD.

La preparación del proyecto se realizó por medio de reuniones sincrónicas a través de la herramienta de comunicación Google Meet, la cual tuvo una duración de 6 a 8 semanas; las primeras 2 semanas se centraron en la presentación formal del proyecto ante la UNAD, en donde se revisaron los documentos, se

aceptaron y se dió paso a la planeación para estructurar las sesiones de la Experiencia COIL junto con los especialistas en Salud Digital. Luego, en las siguientes 3 semanas se llevó a cabo la reunión con los especialistas en la temática en donde se dialogó sobre las expectativas, pedagogía, didáctica, tecnología y recursos que implicaría el desarrollo de las cuatro sesiones síncronas.

Además, se determinó la estrategia metodológica a implementar, la cual estuvo centrada en el aprendizaje basado problemas (ABP), que permite usar casos hipotéticos donde los estudiantes simulan la realidad, ponen a prueba sus conocimientos, habilidades y competencias para la resolución de problemas en específico.

El ABP busca que el estudiante comprenda y profundice adecuadamente en la respuesta a los problemas que se utilizan para aprender, entrando a formar parte de sus análisis estructuras científicas, filosóficas, sociológicas, históricas y prácticas. Los estudiantes trabajan de manera colaborativa en grupos pequeños, de 8 a 12 personas, y bajo la supervisión de un tutor, analizan y resuelven un problema, seleccionado especialmente para el logro de determinados objetivos en diferentes materias. Pero el objetivo final no es la resolución del problema. El problema se utiliza como sustento de la identificación de los temas de aprendizaje, para su estudio de manera independiente o grupal. (Molina, García, Pedraz, Antón 2003, p. 80)

Es decir, los equipos lograron establecer los aprendizajes esperados en la Experiencia COIL con relación a la “Salud Digital en la Academia”, en donde se buscó identificar la perspectiva intercultural, respetando los enfoques y opiniones de cada estudiante.

Por último, en las semanas finales los docentes eligieron las herramientas digitales necesarias para que los estudiantes participaran, evaluarán y consolidarán de forma colaborativa su aprendizaje en la Experiencia COIL desde el aprendizaje sincrónico, apoyados por diversas tecnologías, que les permitieron comprender y enriquecer la diversidad de las estrategias metodológicas, así como desarrollar las habilidades necesarias para la ejecución de un óptimo trabajo como mediador, orientador y facilitador. Para ello se seleccionaron herramientas digitales como: Padlet, Mentimeter, Jamboard y Google Forms.

Por otro lado, UTEL Universidad y UNAD cuentan con diferentes modelos de aprendizaje, lo que nos brindó la flexibilidad necesaria para integrar y coordinar la metodología de trabajo y la estructuración de todas las actividades. Sin embargo, evidenciamos algunas dificultades en el uso de las herramientas digitales, las cuales son esenciales para el desarrollo de las sesiones, la automatización de actividades y la formación de las habilidades tecnológicas de los estudiantes. Este hallazgo nos llevó a reflexionar y entender la complejidad de la diversidad cultural y las notables diferencias en los entornos profesionales. Estas diferencias nos enriquecieron y, al mismo tiempo, plantearon desafíos en el desarrollo de habilidades y competencias para dar respuesta a las demandas de aprendizaje, aspectos metodológicos y resultados de aprendizaje.

Por consiguiente, para cumplir con el objetivo del desarrollo de la Experiencia COIL e incorporar los conocimientos en la “Salud Digital” a los estudiantes de las dos IES, establecimos preguntas específicas que los orientarán a resolver esas problemáticas diarias presentes en su profesión, con el fin de crear

espacios de reflexión, cooperación y diálogo sobre las habilidades y competencias que necesitan para eliminar esas barreras tecnológicas, geográficas, económicas, sociales y culturales para ampliar el acceso a la salud.

Ejecución de las actividades COIL

Las cuatro sesiones sincrónicas se llevaron a cabo en la herramienta digital de comunicación Zoom, con un previo registro de los participantes. En la primera sesión, se ejecutaron actividades introductorias, que iniciaron con una bienvenida por parte de los líderes del proyecto y con un breve resumen sobre la Experiencia COIL, sus objetivos y los resultados que se esperaban en este ambiente de colaboración. Luego, el docente presenta el contenido de su clase con el tema *“Una guía para el mundo de la salud digital”* empleando recursos bibliográficos sustentados y videos que apoyaban su trabajo, por otro lado, se formularon diferentes preguntas en relación con el tema, con el fin de 1. explorar los saberes previos; 2. crear conflicto cognitivo para el desarrollo de competencias y habilidades; y 3. consolidar el aprendizaje de los estudiantes para asegurar el aprendizaje y conocer las perspectivas de los mismos, lo que nos permite fomentar el análisis crítico y la interculturalidad. De modo similar, se desarrollaron la segunda sesión *“Explorando el uso de las TICs en la salud digital”*, la tercera sesión *“Salud Digital: retos y oportunidades”* y la cuarta sesión *“Consolidando competencias en el aprendizaje de la Salud Digital”*; en estas últimas se desarrolló una actividad de recopilación de información y recordación de los saberes de las anteriores sesiones, todas las actividades apoyadas por medio de las herramientas tecnológicas que motivaron a los estudiantes a participar en diferentes debates fomentando el trabajo colaborativo de manera activa.

Por último, las actividades antes mencionadas, permitieron introducir a los estudiantes al inicio de la Experiencia COIL, en el desarrollo de las sesiones de forma significativa, así mismo, al finalizar cada una de las sesiones se compartió con los estudiantes un cuestionario que tuvo como objetivo evaluar la satisfacción, el tema propuesto, la metodología, actividades, etc del proyecto Experiencia COIL entre las dos IES, con el fin de identificar las oportunidades de mejora en futuros proyectos.

Resultados

Los resultados de la Experiencia COIL entre las dos IES se obtuvieron a partir de la interacción, colaboración, reflexión y evaluación de los estudiantes quienes participaron de manera individual y grupal exponiendo sus percepciones y opiniones frente a las problemáticas planteadas en las sesiones. Incluso, se logró evidenciar en los participantes la adherencia de sus conocimientos durante las sesiones alentándolos a responder una serie de preguntas enfocadas en la *“Salud Digital en la Academia”*, teniendo en cuenta el contenido de cada una de las sesiones propuestas en la planeación del COIL. Estas interacciones permitieron la participación activa de los estudiantes, una exploración más profunda y objetiva de los temas tratados y nos proporcionaron información valiosa que demostraron una consolidación de los resultados de aprendizaje, así como una postura crítica frente a las problemáticas actuales en la Salud Digital y la mejora de las habilidades de comunicación y colaboración intercultural.

Este análisis nos permitió comprender que la metodología COIL se centra en los estudiantes haciéndolos hacedores de su propio conocimiento, esto no solo se limita a la trasmisión de conocimientos teóricos,

sino que los prepara para introducirse en contextos internacionales que los lleve a comprometerse en su aprendizaje continuo, lo que los lleva a exponerse a una diversidad de perspectivas y enfoques en el campo de la Salud Digital mediados por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICS) en ambientes de aprendizaje colaborativo.

En primer lugar, utilizando la herramienta tecnológica Padlet se evidenció que los estudiantes consolidaron su aprendizaje y crearon nuevas habilidades y competencias en la “Salud Digital” al responder las preguntas diseñadas para evaluar su comprensión, percepción, interacción y debate de los temas abordados como lo vemos en la **Figura 2**, cumpliendo con el enfoque interactivo de la metodología COIL centrado en la colaboración, análisis y resolución de una problemática. Dichas problemáticas se analizaron desde las perspectivas y contextos sociales y culturales de cada participante y se desarrollaron a través de discusiones que proporcionaron una valiosa experiencia intercultural.

Segunda reflexión

¿Qué dimensiones deben considerarse en el marco de la formación del personal de salud?



se deben abordar de manera integral en programas de formación de personal de la salud para garantizar profesionales muy bien capacitados y actualizados, comprometidos con la calidad de la atención médica – ANÓNIMO

Gobernanza, financiamiento, recursos humanos, accesibilidad, longitudinalidad, integridad, coordinación, equidad, eficiencia y calidad. – ANÓNIMO

Eduardo Garrido: El personal sanitario debe contar con inteligencia emocional, empatía, calificación profesional, motivación, y sobre todo contar con las aptitudes y actitudes enfocadas en el bienestar del paciente así como de la relación entre los colegas, y las instituciones prestadoras de salud. – ANÓNIMO

ingrid viafara: el personal de salud además de estar capacitado profesionalmente, debe de tener en desarrollo la capacidad tanto emocional como intelectual para poder enfrentar las diferentes circunstancias que se da, tener la empatía para con sus pacientes y sus demás compañeros de labor – ANÓNIMO

Una concepción integral del proceso salud-enfermedad que tenga en cuenta aspectos biológicos, psicológicos, socioculturales y ambientales de las personas – ANÓNIMO

Aspectos éticos y humanísticos: Los profesionales personal de salud debe incluir la promoción de valores éticos y humanísticos , como el respeto por la dignidad y autonomía de los pacientes, la empatía y la sensibilidad cultural. – ANÓNIMO

La formación del personal de salud debe abordar competencias clínicas, habilidades de comunicación, ética, culturalmente sensibles y tecnológicas para garantizar una atención médica eficaz y humanizada en contextos diversos – ANÓNIMO

José Luis López de Nava Islas. Compartiendo mi respuesta, sería: física, emocional, profesional, espiritual, intelectual, ambiental y social. Cada dimensión contribuye a nuestra propia sensación de bienestar o calidad de vida, y cada una afecta y se superpone a las demás. – ANÓNIMO

las dimensiones que se consideran son la responsabilidad, el trabajo en equipo, un buen liderazgo, y la capacidad de razonamiento y explicación que debemos dar a los pacientes con detalladamente-ANYELA NATHALY LAYA RAMIREZ – ANÓNIMO

La formación del personal de salud es un proceso complejo que se debe abordar diversas dimensiones que garanticen que los profesiones de la salud estén preparados para brindar atención de alta calidad y seguridad a los pacientes, las dimensiones son: Conocimiento clínico, habilidades clínicas, comunicación y habilidades interpersonales, habilidades de gestión y liderazgo, trabajo en equipo, seguridad del paciente y propia, tecnología de la información, actualización constante – ANÓNIMO

Considero que las dimensiones a considerar son las dimensiones sociales, emocionales, y espirituales, no solo la parte física y mental del individuo. La ética y el respeto deben prevalecer, y tomar un valor relevante y compartir importancia junto con el conocimiento científico. Soy María Soledad Sebeni – ANÓNIMO

camila Fernanda quintero mesa – ANÓNIMO

*Figura 2. Sesión 1: “Una guía para el mundo de la salud digital”.
Experiencia COIL Salud Digital en la Academia entre Utel Universidad y la UNAD.*

En segundo lugar, el uso de herramientas tecnológicas apoyan el quehacer académico de los docentes y denota en los participantes el desarrollo de componentes académicos que refuerzan la interculturalidad, sus habilidades de comunicación y de colaboración, así como el notable progreso en el manejo de las plataformas y recursos tecnológicos por medio de tableros digitales de colaboración como lo muestra la herramienta tecnológica Jamboard **Figura 3**. Durante las sesiones, los estudiantes no sólo profundizaron

en los aspectos teóricos de la Salud Digital, sino que se llevaron a cabo intercambios de conocimientos exponiendo las realidades de sus respectivos contextos. Como menciona Gibbons, M., & Laspra, A. (2017), “esto permite que los alumnos se conozcan, colaboren en las actividades diseñadas por sus profesores y desarrollen y/o mejoren sus competencias interculturales a lo largo de la unidad” (p. 6), lo que involucra a los estudiantes en el contenido de las sesiones de manera significativa.

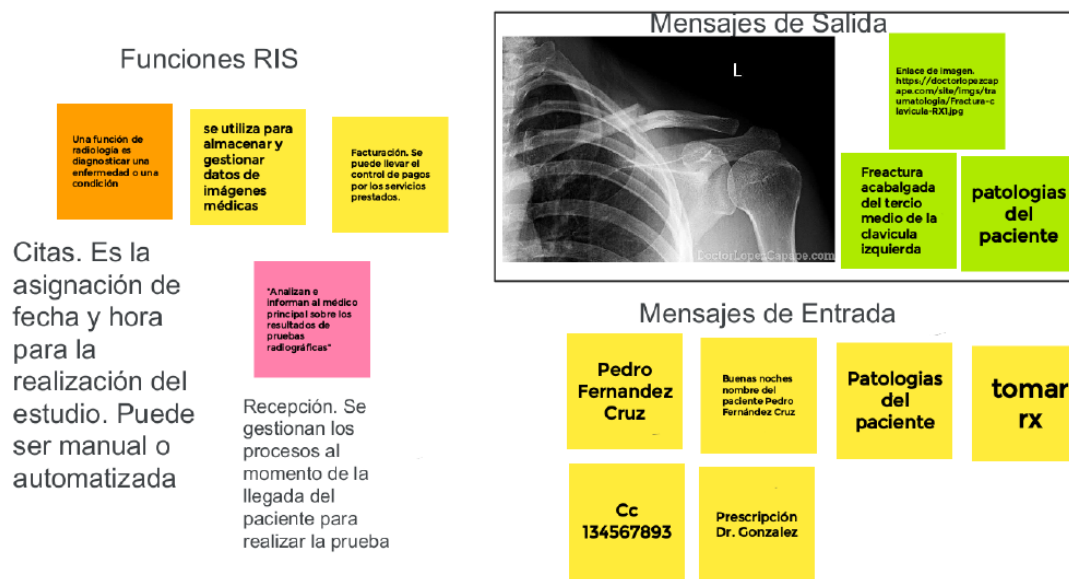


Figura 3. Sesión 2: “Explorando el uso de las TICs en la salud digital”. Experiencia COIL Salud Digital en la Academia entre UTEL Universidad y la UNAD.

En tercer lugar, consideramos que la metodología COIL es una estrategia de internacionalización del currículo importante, debido a que se centra en la formación administrativa, docente y estudiantil por medio de la elaboración de contenidos e implementación de recursos educativos que se enfocan en el análisis, diálogo, cooperación y colaboración mutua para el desarrollo personal y profesional entre estudiantes de diferentes regiones y culturas **Figura 4.**

Como vemos en la Figura 7 la Experiencia COIL entre UTEL Universidad y UNAD fue una experiencia significativa y que dejó resultados positivos, perspectivas y percepciones valiosas para la comunidad estudiantil de las dos Instituciones. Así mismo, la experticia y el trabajo constante de los equipos de ambas instituciones y de los docentes que intervinieron en el COIL hicieron que se cumplieran los objetivos iniciales de este proyecto que fue satisfactorio para todas las partes.

¿Recomendaría el proyecto COIL sobre salud digital en la academia a otros estudiantes de su universidad?

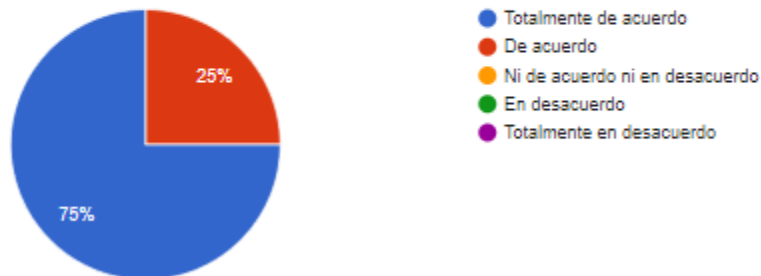
28 respuestas



¿El proyecto COIL *Salud Digital en la Academia* le permitió mejorar sus habilidades para el análisis de información de manera crítica?

 Copiar

28 respuestas



¿El proyecto COIL *Salud Digital en la Academia* le permitió desarrollar habilidades para la colaboración, trabajo en equipo y establecer nuevas relaciones con otros estudiantes?

 Copiar

28 respuestas

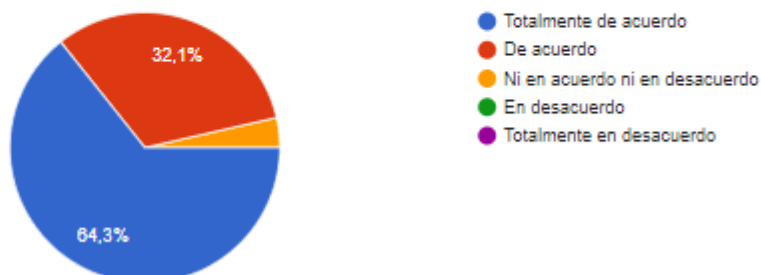


Figura 7. Respuestas de la encuesta de satisfacción. Experiencia COIL *Salud Digital en la Academia*

Conclusiones

En el ámbito de la educación superior en un mundo cada vez más globalizado, la internacionalización se ha convertido en un elemento esencial que las instituciones de educación superior deben abordar. En este escenario, el Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL) emerge como una estrategia que fomenta el encuentro entre estudiantes de distintos lugares del mundo y promueve el intercambio de conocimientos y experiencias entre ellos en el marco de un tema en específico, en este caso, la Salud Digital. La interacción intercultural resulta esencial y proporciona a los profesionales las herramientas necesarias para desarrollar sus competencias de manera efectiva.

“La metodología COIL aporta a las clases un valor agregado de manera integradora e inclusiva promoviendo la Internacionalización en Casa. Permite a docentes y estudiantes identificar, analizar, discutir y elaborar propuestas de solución a problemáticas reales en un contexto internacional; propiciando un ambiente ideal para desarrollar competencias claves de una ciudadanía global y la empleabilidad, desarrollando habilidades interculturales hacia otras culturas de manera abierta, respetuosa, incluyente y flexible otorgando una formación internacional como valor agregado al estudiante, garantizando la posibilidad de competir en un escenario multidisciplinario” (Velázquez Moreno, 2021, pg. 86).

Además, la implementación de esta metodología permitió identificar y desarrollar la interculturalidad, promoviendo un intercambio de conocimientos entre Colombia y México, así como entre las distintas regiones de Colombia. Esto fomentó la colaboración, el trabajo en equipo y la discusión, teniendo en cuenta tanto los contextos específicos de cada estudiante como los de los docentes a cargo de las sesiones. Este enfoque, basado en el aprendizaje a partir de perspectivas culturales y regionales, permite a los estudiantes aplicar un conocimiento común en diversos contextos.

Por otro lado, la implementación del COIL, para Gibbons, M., & Laspra, A. (2017), requiere que los docentes sean pacientes, autónomos, perseverantes y que estén dispuestos a aprender y mejorar sus conocimientos y habilidades en el uso de herramientas tecnológicas, lo que los va a llevar a tener una mejor planificación y desarrollo en el diseño e implementación de las sesiones. También, se debe tener en cuenta que la tecnología es un factor importante en la implementación y desarrollo del COIL, por lo que se debe hacer una exploración de las mismas, con el fin de identificar sus funcionalidades y beneficios; también seleccionar las herramientas digitales adecuadas para que las actividades de colaboración y comunicación cumplan con los objetivos de aprendizaje propuestos en cada sesión.

No obstante, es esencial reconocer que la planificación y ejecución exitosa de un proyecto COIL tiene grandes desafíos, por lo cual 1. La formación y/o capacitación de los docentes es un elemento indispensable para lograr la ejecución efectiva de esta estrategia, ya que ellos son los encargados de diseñar y asegurar de forma autónoma la integración y calidad de las sesiones; 2. el dedicar el tiempo suficiente en la creación y modificación de las actividades propuestas, así como evaluar y retroalimentar los resultados esperados utilizando las herramientas digitales para la colaboración y la comunicación. Por ende, es esencial mostrar disposición en el uso de las tecnologías emergentes para adaptarse y aprovechar las oportunidades que estas ofrecen, ya que son cruciales para alcanzar los objetivos y resultados de aprendizaje y fomentar la inclusión académica y la internacionalización.

Podemos concluir, que resulta imperativo el compromiso activo de los participantes tanto docentes como estudiantes de UTEL Universidad y UNAD en esta experiencia, lo que nos lleva a pensar en que estos proyectos de interculturalidad e internacionalización del currículo son un medio valioso para trabajar en incorporar ambientes de aprendizaje en cooperación con docentes, estudiantes y departamentos institucionales de otros países y así eliminar el analfabetismo digital, lo que nos lleva a re-educar y flexibilizar a las sociedades para que sean más abiertas e inclusivas. Por último, desarrollar este tipo de proyectos de interacción, cooperación y diálogo nos da la posibilidad de aprender de los estudiantes por medio de sus opiniones, experiencias, la manera cómo ellos resuelven sus problemáticas diarias y como ven el mundo que cada día está en constante cambio y que nos obliga a actualizarnos y a estar inmersos en ambientes digitales mediados por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Referencias bibliográficas

- Fundación Carlos Slim. (2021). *Salud Digital | Salud Digital*. Salud Digital. <https://saluddigital.com/salud-digital/>.
- García, C. (2020) Salud digital y COVID-19. Revista NPunto Volumen III. Número 30. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229975&orden=0&info=link>
- Gibbons, M., & Laspra, A. (2017). Aprendizaje colaborativo online y la internacionalización de la docencia: qué es y cómo usar el método COIL.
- López, R. (2021). Intervenciones educativas con metodología COIL en la Universidad Veracruzana: un acercamiento a los saberes digitales y competencias interculturales [ponencia]. VI Encuentro Nacional de Estudiantes de Posgrado en Educación.
- Meza Morón, O. P. (2018). Proyecto de docencia colaborativa basada en el modelo COIL.
- Molina, García, Pedraz, Antón (2003) Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria. Vol 3. N.º2. <http://hdl.handle.net/11162/91288>
- Naciones Unidas (2015) Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- OPS. (2021). *8 principios para la transformación digital del sector salud - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud*. Paho.org. <https://www.paho.org/es/ish/8-principios>.
- Ramírez, A. R., & Bustos-Aguirre, M. L. (2022). Beneficios, inconvenientes y retos de los cursos COIL: las experiencias de los académicos. Revista Educación Superior y Sociedad (ESS), 34(2), 328-352.
- Velázquez Moreno, D. A. . (2021). Estrategia de aprendizaje innovadora para la internacionalización en casa: metodología COIL. *Revista Científica Estudios E Investigaciones*, 9, 85–86. <https://doi.org/10.26885/rcei.foro.2020.85>
- Wiesner-Luna, V., & Burgoa-Godoy, C. (2023). Experiencia de un aprendizaje colaborativo internacional entre Instituciones de Educación Superior de Colombia y Chile. *Praxis & Saber*, 14(37), e15548-e15548.
- WHO. (2020). *Proyecto de estrategia mundial sobre salud digital 2020–2025* [Ebook] (1st ed.). WHO. https://www.who.int/docs/default-source/documents/200067-lb-full-draft-digital-health-strategy-with-annex-cf-6jan20-cf-rev-10-1-clean-sp.pdf?sfvrsn=4b848c08_2.

Detección de artefactos oculares en señales electroencefalográficas usando redes neuronales

Detection of ocular artifacts in electroencephalographic signals using neural networks

Julián Andrés Ramírez Ramírez
Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

Noé Amir Rodríguez Olivares
Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

RESUMEN

Este artículo aborda de manera teórica la dificultad que representa para el correcto análisis e interpretación de las señales de electroencefalograma (EEG); la presencia de los artefactos oculares tales como el parpadeo entre otros. Esta condición se manifiesta porque los movimientos oculares se reflejan en la señal EEG como un ruido o interferencia que afecta la información de interés, dificultando así el diagnóstico e identificación de patologías neurológicas tales como la epilepsia. Las interferencias involuntarias en las señales de EEG a las que se hace alusión, son conocidas como artefactos (López *et al.*, 2014).

Es necesario entonces desarrollar algoritmos que permitan detectar estos eventos no deseados. Este artículo presenta el diseño, entrenamiento y validación de una red neuronal aplicada como clasificador, que permite la identificación de artefactos producidos por movimientos oculares. Así mismo, se evaluó el desempeño de dicha red mediante una matriz de confusión y a partir de esta, se analizó el desempeño del algoritmo de clasificación comparándolo con otras técnicas utilizadas en la solución del problema que aquí se plantea y se obtuvieron métricas como la exactitud, la sensibilidad y la especificidad entre otros.

Las señales fueron obtenidas a partir de exámenes de electroencefalograma (EEG) realizados en diferentes pacientes con diagnóstico de epilepsia, el set de datos comprende 184 señales de las cuales 120 fueron usadas para el entrenamiento de la red neuronal y 64 para la prueba de la misma (INDEC, 2017). Finalmente se presentan gráficas que muestran el desempeño de la red y se presentan las conclusiones del trabajo de investigación.

Palabras clave: *Electroencefalograma, Artefactos, Red neuronal, Matriz de confusión, Movimiento ocular.*

ABSTRACT

This paper addresses in a theoretical way the difficulty that represents the correct analysis and interpretation of electroencephalogram (EEG) signals and the presence of ocular artifacts such as blinking, among others. This difficulty is manifested because eye movements are reflected in the EEG signal as noise or interference that affects the information of interest, thus hindering the diagnosis and identification of neurological pathologies such as epilepsy. The involuntary interferences in EEG signals are known as artifacts (López *et al.*, 2014).

It is necessary to develop algorithms to detect these unwanted events. This article presents the design, training and validation of a neural network applied as a classifier, which allows the identification of artifacts produced by eye movements. Likewise, the performance of this network was evaluated by means of a confusion matrix. From this, the performance of the classification algorithm was analyzed by comparing it with other techniques used in the solution of the problem presented here. Metrics such as accuracy, sensitivity and specificity, among others, were obtained.

The signals were obtained from electroencephalogram (EEG) examinations performed on different patients diagnosed with epilepsy. The dataset comprises 184 signals, of which 120 were used for neural network training and 64 for neural network testing (INDEC, 2017).

Finally, graphs showing the network's performance are presented, and the conclusions of the research work are presented.

Keywords: *Electroencephalogram, artifacts, neural network, confusion matrix, eye movement.*

Introducción

En 1929, Hans Berger acuñó el término electroencefalograma (EEG) para describir las fluctuaciones eléctricas en el cerebro captadas por unos electrodos fijados en el cuero cabelludo (Ramos-Argüelles *et al.*, 2009). El EEG es un examen que se caracteriza por permitir la medición de los potenciales que reflejan la actividad eléctrica del cerebro humano, razón por la cual es una de las herramientas más importantes para diagnosticar desórdenes neurológicos como la epilepsia entre otros (Pérez Sánchez, 2021). Las señales EEG son resultado de la actividad sináptica de las neuronas y entrega como resultado la medición de las corrientes eléctricas que fluyen durante la sinapsis entre neuronas piramidales en la corteza cerebral; aunque la magnitud de estas corrientes es muy pequeña, la suma de las actividades de muchas neuronas genera un campo eléctrico que es medible sobre la superficie del cuero cabelludo (Delgado Saa, 2009).

La identificación y caracterización de la actividad cerebral por medio de un EEG constituye un modo particular de entender, no solo la actividad mental del ser humano, sino también la actividad motora del mismo (Maureira Cid & Flores Ferro, 2018). Esto permite descifrar el origen de comportamientos motores normales y anormales, con lo cual se pueden describir y entender algunas patologías del sistema nervioso. Dicho de otro modo, la actividad eléctrica cerebral es la responsable, entre otras cosas, de

funciones básicas del movimiento tales como la contracción y relajación muscular (Alagia Gimeno, 2018); y en ese sentido, es de esperar que los movimientos normales de cualquier ser humano puedan percibirse con ciertos patrones de onda eléctrica en la señal cerebral; sin embargo cuando hay presencia de eventos motores anormales como los generados por patologías como la epilepsia, los patrones de las señales resultan alterados y esto ayuda a entender la enfermedad y a definir métodos diagnósticos más exactos (CORDIS, s. f.).

Si bien es posible realizar la medición de la actividad eléctrica cerebral, es claro que dichas señales en su forma natural tienen múltiples perturbaciones que pueden distorsionar la información realmente importante del EEG. Estas distorsiones, en la mayoría de los casos son producidas por otras señales eléctricas propias del paciente o de otros dispositivos; estas distorsiones se denominan artefactos (López *et al.*, 2014).

El problema que presentan los EEG ante la presencia de artefactos se debe a que este es un registro de una señal que posee una resolución temporal muy alta por lo cual resulta fácil de contaminar con señales no deseadas, esto dificulta el diagnóstico de enfermedades o la construcción de interfaces cerebro computador que se elaboran a partir de señales EEG, en otras palabras, los artefactos son un obstáculo que es necesario evitar para potencializar el análisis e interpretación de la señal eléctrica cerebral (Jiang Xiao *et al.*, 2019).

Actualmente, los equipos de registro de EEG poseen filtros digitales para prevenir la contaminación de las señales, sin embargo, estas siguen siendo afectadas especialmente por otras señales motoras provenientes del paciente tales como las producidas por los artefactos generados por el movimiento ocular entre otros (Rodríguez Aldana *et al.*, 2013).

Las interferencias involuntarias en las señales de EEG o artefactos, en la mayoría de los casos están relacionados con movimientos corporales de la persona que se realiza el examen; así mismo, constituyen una fuente de ruido que empeora los resultados del análisis de la señal; puede decirse que un artefacto es cualquier potencial eléctrico que no se origina en el cerebro sino en otras áreas del cuerpo o incluso en fuentes externas al mismo. Esto implica que pueden distinguirse al menos dos tipos de artefactos, los fisiológicos que son producidos por el funcionamiento normal del cuerpo y los no fisiológicos que son producidos por ruido ambiente (López *et al.*, 2014).

Los artefactos de interés para el presente trabajo son los fisiológicos, específicamente, aquellos que son generados por los movimientos oculares, estos son los más comunes y aparecen en la mayoría de los registros EEG durante algunos minutos y hacen que se presente una distorsión en el espectro de la señal, llevando a la detección de trascendentes no estacionarios que son difíciles de distinguir de los eventos epileptiformes u otros (Rodríguez Aldana *et al.*, 2013).

La información anterior constituye un argumento lo suficientemente fuerte como para afirmar que la detección y corrección de los artefactos resulta fundamental para mejorar la interpretación de los resultados de un EEG, es en este punto donde resulta interesante abordar el problema que aquí se plantea.

Algunos de las técnicas computacionales que se han utilizado para el procesamiento de señales de la actividad eléctrica cerebral incluyen algoritmos de inteligencia artificial (Agudelo Maldonado et al., 2022) y técnicas para la extracción de las características que consisten en diferentes combinaciones y transformaciones sobre la señal cerebral adquirida (Pérez Sánchez, 2021); algunas técnicas incluyen el análisis de componentes independientes, patrones espaciales comunes, transformada de Fourier, filtros adaptativos, entre otros (Henríquez Muñoz, 2014). En cualquiera de los casos, de acuerdo a lo que se pretenda detectar en un EEG mediante un sistema computacional, es necesario lograr que la señal de actividad eléctrica cerebral se adapte a condiciones estándares que permitan el correcto funcionamiento de los algoritmos. Para tal fin antes de realizar cualquier procesamiento, es necesario garantizar que la señal está libre de contaminación y es apta para el análisis.

Con el objetivo de detectar los artefactos producidos por movimientos oculares, en el presente trabajo se plantea el diseño y entrenamiento de una red neuronal capaz de detectarlos en señales electroencefalográficas; dicha red fue entrenada y su efectividad en la tarea de clasificación de las señales fue analizada mediante la construcción de una matriz de confusión que permita extraer las principales métricas del algoritmo desarrollado. En las siguientes secciones se presentan los fundamentos teóricos que soportan el presente trabajo, la metodología utilizada para el desarrollo del mismo, los resultados obtenidos y finalmente se presentan la discusión y las conclusiones más relevantes que se obtuvieron después de realizar el desarrollo propuesto.

Fundamentos Teóricos

En su forma más simple, un artefacto es una señal de ruido que altera y afecta el contenido de una señal biomédica. Se denominan artefactos a las alteraciones que se observan en la señal y que realmente no son producidos por la actividad eléctrica de interés, sino que se generan por agentes externos tales como la disposición de los electrodos, el continuo movimiento del paciente entre otros (Palma Bustamante, 2020). Para el caso del EEG, un artefacto es una onda en el trazado que no es de origen cerebral (Sánchez & Hernández, 2017). Pueden clasificarse en artefactos de origen no fisiológico que se generan por campos electromagnéticos fuera del cuerpo y fisiológico que se generan a partir de la actividad normal del cuerpo por ejemplo movimiento de parpadeo, la respiración, el movimiento de la lengua, el potencial de la piel, el temblor en el cuerpo, la actividad cardiaca, la actividad muscular, las glándulas sudoríparas, el pulso en los tejidos, la contracción de los músculos del cuero cabelludo, la cara, la mandíbula y el cuello. (Quintero Rincón et al., 2012).

Existen una variedad de técnicas eficientes para la eliminación de artefactos de origen fisiológicos; estas técnicas han sido descritas en diversas publicaciones y su buen desempeño ha sido demostrado en diversas áreas (Jiang Xiao *et al.*, 2019). No obstante, este artículo pretende probar el desempeño de una técnica simple que mediante el uso de métricas estadísticas tales como el promedio, la varianza, la mediana, la desviación estándar entre otras; combinada con el diseño entrenamiento de una red neuronal, pretende identificar la presencia de artefactos de origen ocular en canales específicos de una señal electroencefalográfica.

Los artefactos más comunes, que se desean detectar mediante el trabajo que se presenta en este artículo, son los causados por los movimientos involuntarios del cuerpo. Entre estos se destacan los causados por el movimiento del globo ocular al momento de producirse un evento de parpadeo.

Artefactos por Movimiento Ocular

El artefacto producido por el parpadeo es consecuencia del fenómeno de Bell (Schomer & López Da Silva, 2011), el globo ocular actúa como un dipolo: el polo positivo orientado anteriormente, en la córnea y el polo negativo orientado posteriormente, en la retina. Cuando un individuo parpadea, el globo ocular rota hacia arriba, generando una corriente alternante de alta amplitud que es detectada por cualquier electrodo ubicado cerca de los ojos, es decir en la región frontal (Sánchez & Hernández, 2017). Estos cambios afectan principalmente los electrodos FP1, FP2, F3, F4 y F7 induciendo en ellos frecuencias altas y bajas dependiendo de la duración del parpadeo (Quintero Rincón *et al.*, 2012).

Dicho de otro modo, los artefactos oculares aquí presentados se deben a que en el globo ocular existe una diferencia de potencial entre la córnea (positiva), en el polo anterior y el epitelio pigmentario de la retina (negativo), en el polo posterior (Perez, 1998). Esa diferencia de potencial permite considerar al ojo como un dipolo y representarlo como un vector sobre su eje anteroposterior. El campo eléctrico generado por este dipolo es el que se registra mediante electrodos ubicados alrededor de la órbita del ojo (Gila *et al.*, 2009).

La Figura 1 muestra la representación gráfica del dipolo formado por la córnea y la retina del ojo

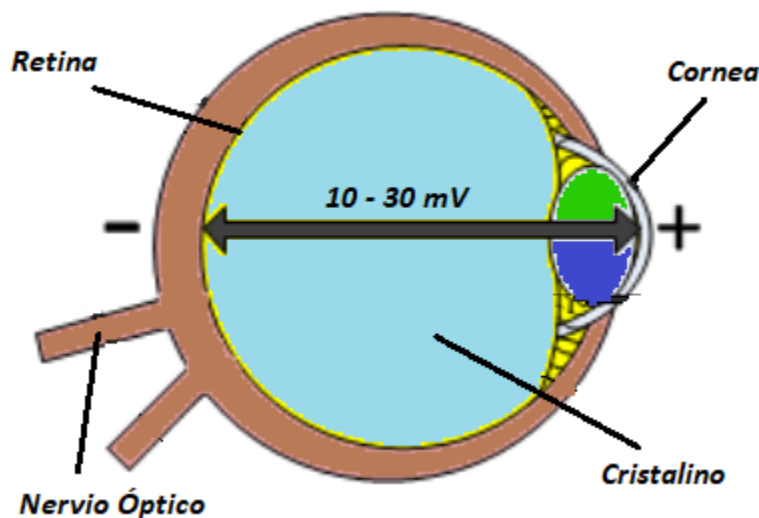


Figura 1. Modelo del ojo como un dipolo. Tomado de Evaluación de los problemas vestibulares. Movimientos oculares normales y sistemas que participan (p.5), por. (Pereira & Porras, s. f.).

Un artefacto producido por movimiento ocular aparece en la señal EEG en una forma igual o similar a la de la Figura 2.

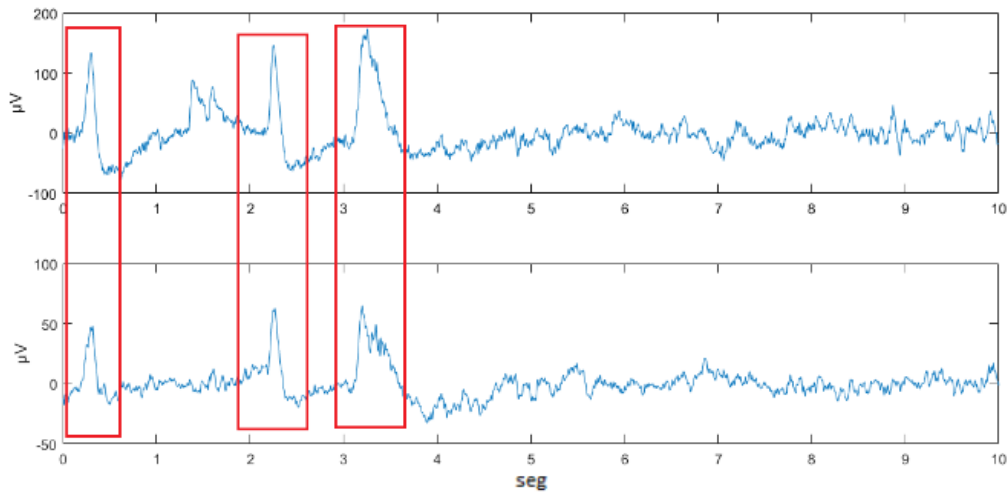


Figura 2. Artefactos producidos por movimiento ocular en el registro electroencefalográfico de un paciente con diagnóstico de epilepsia.

La Figura 3 corrobora la forma de los eventos eléctricos producidos por el movimiento ocular es presentada por (Estupinan Donoso, 2009) en la cual se puede observar en primer lugar el artefacto por movimiento ocular, la señal de referencia y una señal EEG corregida o sin la presencia de artefactos oculares.

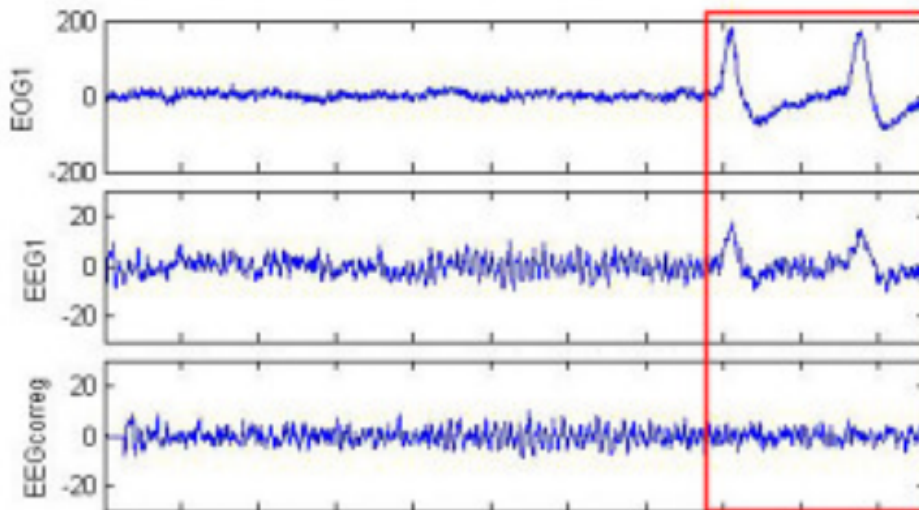


Figura 3. Señal de movimiento ocular obtenida a partir de electrooculograma (EOG), señal de EEG contaminado por artefacto ocular y señal EEG libre de artefactos. Tomado de Reducción de artefactos oculares en señales EEG: filtrado adaptativo como alternativa a la regresión lineal (p.3), por Estupinan Donoso, A. 2009. Hall Open Science

Este tipo de artefactos son los que en este trabajo se caracterizan mediante métricas estadísticas tales como la media, la varianza, la mediana y la desviación estándar entre otras; para posteriormente detectarlos mediante una red neuronal multicapa tipo MISO (por la descripción en inglés de *Múltiple Input Single Output*).

Metodología

En el presente trabajo se desarrolló e implementó una red neuronal tipo perceptrón multicapa de múltiples entradas y una sola salida, que permite detectar artefactos producidos por movimientos oculares en diferentes señales EEG. Para tal fin se utilizaron 184 señales las cuales contienen información de la actividad eléctrica cerebral entre en el canal FP1 y F7 (INDEC, 2017). Pese a que el equipo utilizado para la adquisición de las señales puede registrar hasta 22 canales de información, distribuidos en las regiones parietal, occipital, temporal y frontal de la cabeza; se seleccionaron los canales ya mencionados dado que es en la región frontopolar y frontal anterior donde aparecen la mayoría de los artefactos por movimientos oculares (Morrillo, s.f.).

Las señales EEG usadas en el estudio fueron obtenidas con un equipo Clínica EEG Admin Cadwell Easy III de 22 canales, el cual permite la obtención de señales sincronizadas con video, permitiendo así una fácil identificación del momento del parpadeo para contrastarlo visualmente con los cambios en la señal. El set de datos utilizado no había sido usado previamente en otros trabajos de investigación pues este se obtuvo en tiempo real de la mano de especialistas en neurología.

Todas las señales obtenidas tienen características que fueron predeterminadas por el equipo electroencefalográfico o por los usuarios al momento de extraer las muestras directamente desde el software.

Dichas características son las siguientes

- Señales a usar en el estudio: 184
- Canal Utilizado: FP1–F7
- Tiempo total de la señal: 10 segundo
- Tiempo de muestreo: 250 muestras/s
- Formato de la señal: edf (European Data File)

Adicionalmente, el equipo de registro de EEG, realizó un proceso de filtrado de supresión de banda tipo Notch con el cual se hace una eliminación de los artefactos no fisiológicos. En el grupo de las 184 señales bajo estudio, 94 presentaban artefactos por movimiento ocular y las otras 90 estaban libres de este tipo de artefacto.

Para ilustrar visualmente la diferencia en las señales que se desea identificar con la red neuronal; en la Figura 4 se presenta una señal con un artefacto por movimiento ocular tipo parpadeo y una señal libre de dicho artefacto

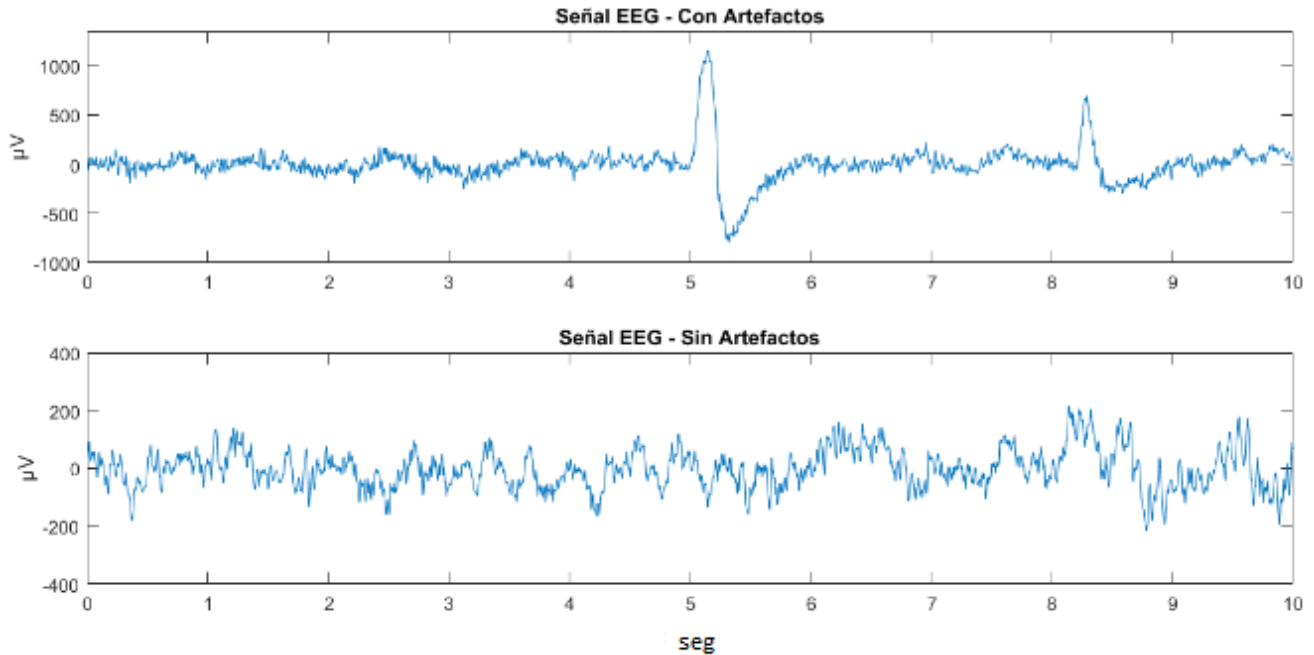


Figura 4. Ejemplo de señales con y sin presencia de artefactos oculares en el registro electroencefalográfico de un paciente con diagnóstico de epilepsia.

Para la detección de este tipo de artefactos en las señales EEG, se diseñó una red neuronal que puede realizar una clasificación a partir de ciertas variables que ingresan a su capa de entrada. Resulta útil mencionar que la entrada de la red neuronal no puede ser la totalidad de la señal, dado que los registros utilizados cuentan con 2500 muestras y hacer uso de la totalidad de las mismas para el diseño de la red supone un costo computacional muy alto que no representa un beneficio real en aplicaciones prácticas.

Por lo anterior, fue necesario extraer un número limitado de características de cada señal para alimentar la red neuronal. Se decidió poner a prueba un método alternativo el cual no aparece en ninguno de los documentos consultados pero que resulta útil para lograr los fines de este trabajo y proponer alternativas computacionales que resuelvan el problema que aquí se plantea de manera simple y con un costo computacional relativamente bajo.

El método consistió en extraer variables estadísticas a cada una de las 184 señales EEG utilizadas en el estudio. Las variables estadísticas extraídas fueron la desviación estándar, varianza, moda, mínimo, promedio y mediana. Estas variables fueron utilizadas como señal de entrada a la red neuronal y a partir de allí se hizo una clasificación que permitió detectar la presencia de artefactos oculares en dichos registros EEG.

Para poner a prueba el funcionamiento y la clasificación de la red neuronal implementada, se determinó que la salida de dicha red neuronal sería mayor o igual a 1 para las señales que contenían artefactos por movimientos oculares y en el caso contrario la salida sería 0 o muy cercana a este valor. De las 184 señales disponibles, se utilizaron 120 señales para entrenamiento y se dejaron 64 señales más para poner

a prueba la red neuronal. Con este conjunto de datos disponible, se procedió a definir la configuración de la red para seguidamente iniciar la etapa de entrenamiento.

La Figura 5 muestra la representación de una red neuronal con una capa oculta, múltiples entradas y una sola salida, también denominada Single Layer Perceptron que fue utilizada para el desarrollo del estudio.

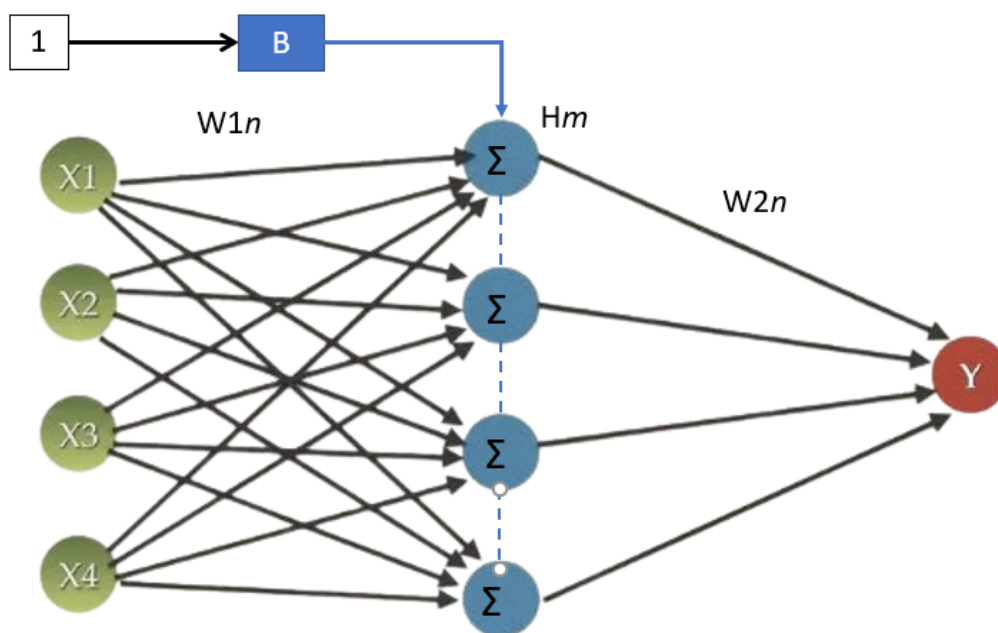


Figura 5. Red neuronal Single Hidden Layer o perceptrón de una sola capa oculta.

De manera general, a nivel matemático la red neuronal de la Figura 5 se comporta de la siguiente forma:

Según (Fernández Casal et al., 2021) La salida de cada neurona H , es decir los nodos que conforman la capa oculta, está dada por la siguiente expresión.

$$H_m = \omega_{1m}x_1 + \omega_{2m}x_2 + \omega_{3m}x_3 + \omega_{4m}x_4 + \dots + \omega_{pm}x_p + b$$

Donde m es el número de neuronas y p el número de señales de entrada.

La salida de cada entrada es transformada por una función de activación que típicamente es una función sigmoide

$$\phi(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}} = \frac{e^u}{1 + e^u}$$

La idea del clasificador es que cada neurona “aprende” un resultado binario y de este modo se tiene que dependiendo la función de activación, cada neurona podría activarse según el siguiente modelo, que depende de la función $\phi(u)$.

$$H_m(x) = \phi(\omega_{1m}x_1 + \omega_{2m}x_2 + \omega_{3m}x_3 + \omega_{4m}x_4 + \dots + \omega_{pm}x_p + b)$$

La red neuronal es capaz de tomar decisiones de clasificación en función de los pesos y las funciones de activación. Sin embargo, es necesario tener la forma de minimizar el error de tal modo que los pesos se ajusten de tal forma que la salida se ajuste a lo esperado de acuerdo al set de datos de entrenamiento.

De esa forma, la estimación de los parámetros (el aprendizaje) se realizó minimizando una función de pérdidas. (Matich, 2001) menciona que el aprendizaje por corrección de error consiste en ajustar los pesos de las conexiones de la red en función de la diferencia entre los valores deseados y los obtenidos en la salida del error, es decir, en función del error cometido en la salida, esta es la regla de aprendizaje del perceptrón utilizada en la red del mismo nombre desarrollada por Rosenblatt en 1958 (Rosenblatt, 1958). Esta regla es muy simple, para cada neurona en la capa de salida se calcula la desviación a la salida respecto al objetivo como el error, y este luego se utiliza para cambiar los pesos sobre las conexiones precedentes.

En este artículo se muestra cómo las redes neuronales de tipo perceptrón multicapa, son útiles para las tareas de clasificación y reconocimiento de patrones. Resulta apropiado evaluar el desempeño de este tipo de red en la detección de artefactos oculares en señales EEG. A continuación, se presentan las características de la red neuronal, los resultados de las pruebas y el análisis de desempeño de la misma.

Características de la red neuronal

Se diseñó y probó una red neuronal con una capa oculta y función de activación sigmoideal, la cual posee 6 entradas correspondientes a los seis parámetros estadísticos ya mencionados que fueron extraídos de cada señal; la red posee una única salida la cual toma valores cercanos o iguales a 1 o 0 dependiendo de si hay o no presencia de artefactos por movimiento ocular.

La determinación del número de neuronas en la capa oculta se hizo mediante el análisis del comportamiento del error cuadrático medio durante la etapa de entrenamiento, prueba y validación de la red. Para tal fin se probaron configuraciones con 10, 20, 25, 40, 50, 60 y 70 neuronas; después de realizar 10 ciclos de entrenamiento, se obtuvieron resultados que permitieron concluir que la configuración más adecuada para solucionar el problema abordado es una red neuronal con 6 entradas, una capa oculta con 50 neuronas y una única salida.

La Tabla 1 presenta el valor promedio del error obtenido después de realizar 10 ciclos de entrenamiento a la red neuronal, variando el número de neuronas en la capa oculta con lo cual se determinó en cuál de los casos el promedio del error resultó ser el más bajo.

Tabla 1. Promedio del error para 10 ciclos de entrenamiento con diferente número de neuronas en la capa oculta,

Numero de Neuronas	Ciclo de Entrenamiento										Promedio del Error
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	
10	8.80%	6.99%	10.10%	10.60%	9.80%	7.94%	10.69%	7.38%	9.52%	9.49%	9.13%
20	6.01%	7.95%	13.97%	14.28%	13.30%	13.65%	12.40%	11.24%	12.89%	9.70%	11.54%
25	11.08%	14.23%	7.60%	11.05%	11.69%	11.08%	8.92%	10.60%	12.03%	11.10%	10.94%
40	8.80%	11.02%	12.35%	18.46%	11.90%	12.08%	13.06%	16.33%	15.46%	12.50%	13.20%
50	9.46%	8.80%	7.60%	8.61%	8.48%	9.10%	9.60%	8.58%	10.24%	8.66%	8.91%
60	10.88%	11.50%	9.50%	10.04%	9.40%	10.96%	9.90%	10.26%	10.33%	10.97%	10.37%
70	22.79%	15.47%	8.90%	11.10%	14.09%	12.40%	15.09%	13.50%	13.01%	22.20%	14.86%

La Figura 6 presenta un diagrama de cajas con la representación de la información de la Tabla 1.

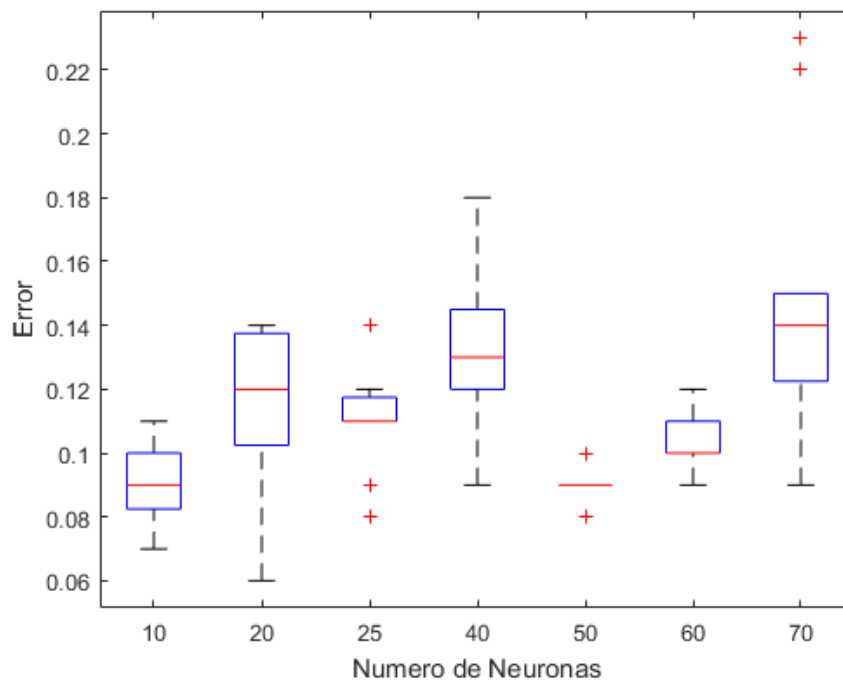


Figura 6. Diagrama de cajas para el valor de error obtenido con diferente número de neuronas en la capa oculta.

El comportamiento del error para cada una de las configuraciones de la red que fueron entrenadas se presenta en la Figura 7.

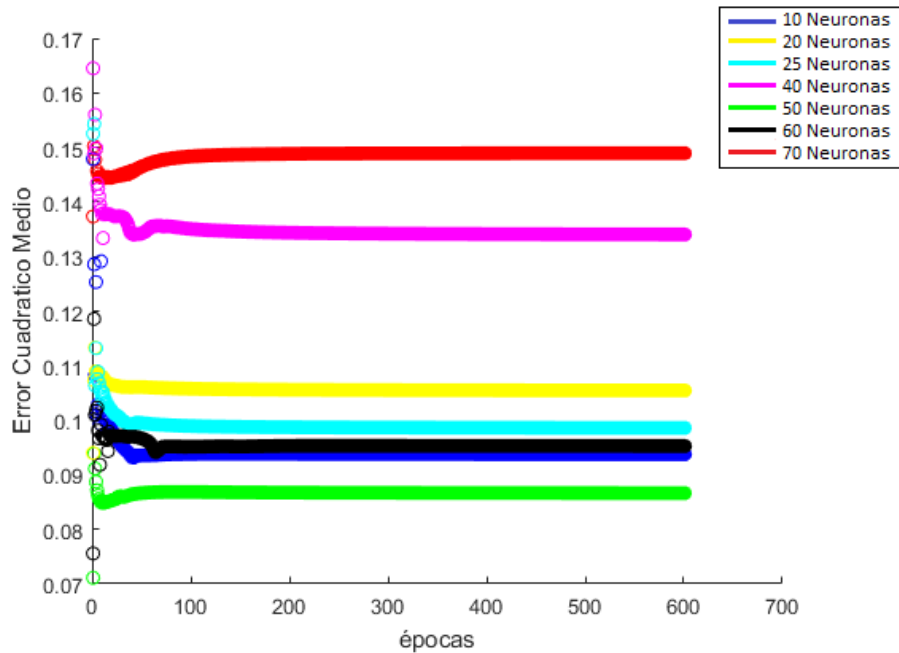


Figura 7. Error cuadrático medio para configuraciones con diferente número de neuronas en la capa oculta.

Durante la fase de entrenamiento de la red se ajustaron los pesos sinápticos para aproximar la salida esperada con el patrón de entrada. Los valores del error permitieron durante la fase de entrenamiento ajustar los pesos de tal modo que dicho ajuste obedeciera a la búsqueda de una dirección de descenso en el valor del error, dicho de otro modo, el entrenamiento fue un proceso de optimización en búsqueda de un mínimo; en este caso el mínimo debió ser igual o cercano al error admisible en la salida de la red.

La red neuronal fue entrenada y probada con el set de datos ya mencionado. Los datos de prueba utilizados incluyen 34 señales del canal FP1 F7 que contienen artefactos por movimientos oculares y 30 que carecen de dicho evento anormal en la señal. Lo anterior implica la existencia de dos clases las cuales son precisamente el conjunto de clasificación para el cual se diseñó y entrenó la red neuronal

La Figura 7 muestra la curva de separación en un plano, que permite diferenciar los dos tipos de señales que se clasificaron. Los puntos azules corresponden a la información asociada a señales EEG que contienen artefactos por movimiento ocular tipo parpadeo y los puntos color naranja corresponden a los que no poseen este tipo de artefactos.

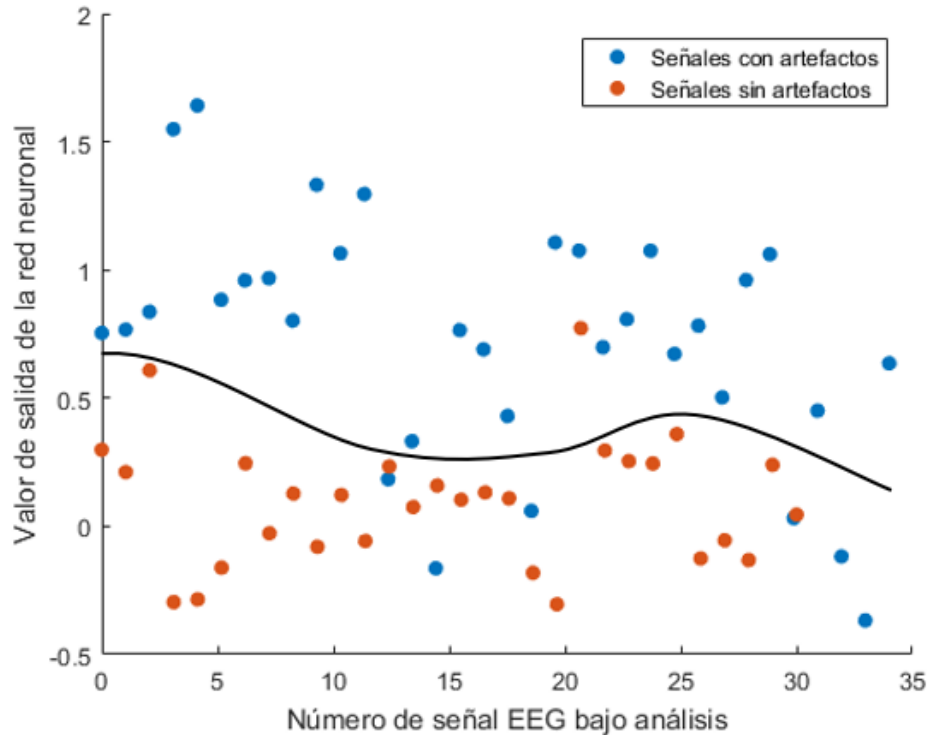


Figura 7. Ubicación de dos tipos de datos clasificados mediante la red neuronal.

Después de realizado el entrenamiento de la red, se observó que el error alcanzó un valor que osciló alrededor del 8% en los diferentes ciclos de entrenamiento. Para evaluar con mejor nivel de detalle el comportamiento de la red neuronal se elaboró una matriz de confusión la cual se explica de la siguiente manera:

La matriz de confusión que se observa en la Tabla 2. se construyó incluyendo los resultados de la red en los diferentes cuadrantes de la siguiente manera:

- En el cuadrante superior izquierdo se escribieron los verdaderos positivos, es decir valores identificados por la red como positivos y que en realidad son positivos.
- En el cuadrante superior derecho se escribieron los falsos positivos, es decir valores identificados por la red como positivos pero que en realidad son negativos.
- En el cuadrante inferior izquierdo se escribieron los falsos negativos es decir valores identificados por la red como negativos pero que en realidad son positivos.
- En el cuadrante inferior derecho se escribieron los verdaderos negativos, es decir valores identificados por la red como negativos y que en realidad son negativos.

Tabla 2. Matriz de Confusión

		CATEGORIAS REALES	
		Señal con Artefactos	Señal sin Artefactos
CATEGORIAS PREDICHAS	Señal con Artefactos	25	2
	Señal sin Artefactos	7	30

En esta matriz, los valores de la diagonal principal corresponden a los valores estimados correctamente por el modelo construido, por su parte, la otra diagonal corresponde a los datos en los cuales el modelo falló (Recuero, 2020). Así las cosas, se observó que, para el caso de este trabajo, el modelo funcionó correctamente con 55 conjuntos de datos de prueba y fallo en 9 casos.

A partir de dicha interpretación se extrajeron diferentes métricas que ayudaron a comprender el desempeño de la red y generan las siguientes conclusiones.

Discusión

La red neuronal diseñada para la detección de artefactos producidos por movimiento ocular demostró tener una exactitud aceptable para la aplicación desarrollada. No obstante, si se le compara con los resultados que se obtienen mediante algoritmo de detección y supresión tales como aquellos que se basan en el uso de filtros adaptativos, los resultados no son tan buenos, pues éstos algoritmo alcanzan una exactitud en la detección de hasta 97.34% (Estupinan Donoso, 2009,) mientras que la red neuronal objeto del presente trabajo sólo alcanzó una exactitud del 85.94%.

Por otra parte, si se compara la exactitud y el comportamiento la red neuronal diseñada con el que se obtiene mediante la utilización de análisis de componentes independientes (ICA); se aprecia que la red neuronal tiene un mejor comportamiento comparado con los métodos basados en la utilización de ICA pues mediante estos últimos solo se alcanza un 70% de exactitud, comparado con el 85.94% de la red neuronal. Pese a lo anterior, se debe mencionar que mediante el uso de ICA se puede lograr de manera inmediata la corrección de los artefactos (López et al., 2014), mientras que con la red neuronal no se puede hacer esto de manera directa. Aun así, la exactitud de la red puede hacer de esta una mejor alternativa para la corrección si se le compara con ICA.

La Tabla 3 presenta los resultados de exactitud en la detección de la red neuronal desarrollada comparados con los resultados obtenidos a través de otras técnicas.

Tabla 3. Comparación de la exactitud según diferentes técnicas utilizadas

Método Usado para Detección de Artefactos	Exactitud
Red Neuronal del presente trabajo	85.94%
Técnicas basadas en ICA	70.00%
Técnicas con Filtros adaptativos	97.34%

Respecto a la precisión de la red, para el modelo definido se obtuvo un valor del 92.59%, esto implica que la predicción de la red siempre está muy cerca de una predicción del valor verdadero. La precisión corresponde a la dispersión del conjunto de valores obtenidos a partir de mediciones repetidas de una magnitud. Una mayor precisión implica una menor dispersión (Barrios, 2019).

La red neuronal tuvo una sensibilidad cuyo valor es de 78.13% esto indica que su habilidad para detectar casos relevantes es relativamente aceptable pese a que existe una posibilidad de que a la predicción se le escape cerca del 21% de los resultados positivos.

La tasa de verdaderos negativos, es decir, la proporción entre los casos negativos bien clasificados por el modelo respecto al total de negativos es muy buena, la red tiene una especificidad de 93.75% lo cual quiere decir que su desempeño para detectar verdaderos negativos es satisfactorio.

Otras formas que han probado ser más efectivas que la red neuronal para la detección de artefactos son las wavelets pues estas son ampliamente usadas para la detección de patrones de formas de onda conocidas contra una señal de ruido de fondo. Sin embargo, las wavelets utilizadas en el análisis de EEG, han probado ser más útiles en la detección de espigas que indican la presencia de epilepsia que en la detección de artefactos (Quintero Rincón *et al.*, 2012) es de anotar que la detección de espigas que indiquen actividad epileptiforme está fuera del alcance de este trabajo.

La matriz de confusión ha mostrado que la red neuronal diseñada es más precisa que exacta en la detección de artefactos por movimiento ocular. Lo anterior implica que el resultado siempre está muy cerca del resultado de una predicción de valor verdadero debido a que la precisión toma la exactitud de los datos correctos y los compara con el total de los datos arrojados, sean exactos o no.

Conclusiones

Este trabajo permite concluir que las redes neuronales artificiales resultan útiles y adecuadas para la detección de artefactos producidos por movimiento ocular en señales EEG. La implementación de dichas redes a nivel de algoritmia y programación resulta sencilla si se le compara con otras técnicas de procesamiento digital de señales; por tal razón, la técnica aquí descrita puede ser fácilmente implementable en software; esto implica que su utilidad práctica en aplicaciones de neurología es una posibilidad viable que podría servir a los profesionales de la salud para tener información y señales más limpias que permitan realizar diagnósticos más exactos, cuando los mismos se realizan a partir de señales EEG.

Referencias

- Agudelo Maldonado, A., Miranda, A., Londoño, A., Fontalvo, A., Ortiz Miranda, M., Manjarres Tejada, V., Batista Bovea, V. A. (2022). *La Inteligencia Artificial y la Neuropsicología*. Universidad Simón Bolívar.
- Alagia Gimeno, R. A. (2018). *Procesamiento de artefactos en EEG para aplicaciones de comunicación y control*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/104163/ALAGIA%20-%20Procesamiento%20de%20artefactos%20en%20EEG%20para%20aplicaciones%20de%20comunicaci%C3%B3n%20y%20control.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barrios, J. I. (2019). *La matriz de confusión y sus métricas – Inteligencia Artificial* –. Juan Barrios. Retrieved January 12, 2023, from <https://www.juanbarrios.com/la-matriz-de-confusion-y-sus-metricas/>
- Delgado Saa, J. F. (2009). *Clasificación de Señales EEG Para Aplicaciones en El Desarrollo de Interfaces Cerebro - Computadora* (Universidad del Norte ed.) [Tesis de maestría]. Universidad del Norte. Retrieved Diciembre 31, 2022, from <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/8632/91916.doc?sequence=1&isAllowed=y>
- Estupinan Donoso, A. (2009, septiembre). Reducción de Artefactos Oculares en Señales EEG: Filtrado Adaptativo Como Alternativa a la Regresión Lineal. *HAL Open Science*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00419918>
- Fernández Casal, R., Costas Bouzas, J., & De la Fuente, M. O. (2021). *Aprendizaje Estadístico*. https://rubenfcasal.github.io/aprendizaje_estadistico.
- Gila, L., Villanueva, A., & Cabezas, R. (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 32(3), 9-26. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600002
- Gurney, K. N., & Gurney, K. (1997). *An introduction to neural networks*. Taylor & Francis.
- Henríquez Muñoz, C. N. (2014, marzo). *Estudio de Técnicas de análisis y clasificación de señales EEG en el contexto de Sistemas BCI (Brain Computer Interface)* (Universidad Autónoma de Madrid ed.) [Tesis de Fin de Máster]. Madrid, España. <http://hdl.handle.net/10486/660477>
- INDEC. (2017). *Señales EEG de pacientes con Epilepsia*. Medellín, Colombia.
- Jiang Xiao, Gui-Bin, B., & Zean, T. (2019). Removal of Artifacts from EEG Signals: A Review. *Sensors*, 19(987), 1-18. <https://doi.org/10.3390/s19050987>

- La Peña, I. D. (2016). *El problema de la caja negra: por qué la inteligencia artificial es una amenaza*. https://blogs.elconfidencial.com/tecnologia/tribuna/2016-12-06/caja-negra-software-big-data-ai-informatica_1299837/
- Lopez, B., Úbeda, A., Planelles, D., Pérez-Vidal, C., Iañez, E., & Azorín, J. M. (2014, Septiembre 3). *Aplicación de ICA para la eliminación de artefactos oculares y mandibulares en señales EEG durante la realización de tareas mentales* [Acta de las XXXV Jornadas de Automática]. Comité Español de Automática. http://www.ja2014.upv.es/wp-content/uploads/papers/paper_15.pdf
- López Callejo, P. (2019). *Análisis de artefactos oculares en electroencefalogramas mediante wavelets*. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/56803/>
- Matich, D. J. (2001). *Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones*. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/orientadora1/monograias/matich-redesneuronales.pdf
- Maureira Cid, F., & Flores Ferro, E. (2018). Electroencefalografía (EEG) y Diversas Manifestaciones del Movimiento: Una Revisión del 2000 al 2017. *Revista Digital de Educación Física*, 9(51), 48-63. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6360322.pdf>
- Mora Flórez, J. J., Granada Echeverri, M., & Marón Castañeda, L. S. (2005). Los métodos de representación del conocimiento en inteligencia artificial y su integración en sistemas híbridos de localización de fallas. *Tecnura*, 9(17), 98-109.
- Morrillo, L. E. (s.f.). *Análisis Visual del Electroencefalograma*.
- Palma Bustamante, D. A. (2020). *Extracción de Artefactos Oculares de EEG Mediante Análisis de Componentes Independientes* [Proyecto Fin de Grado]. Madrid, España. https://oa.upm.es/67423/1/TFG_DANIELA_ALEJANDRA_PALMA_BUSTAMANTE.pdf
- Pereira, W., & Porras, F. (s.f.). *Evaluación de los problemas vestibulares. Movimientos oculares normales y sistemas que participan*. CentroEquilibra.com. https://www.centroequilibra.com/uploads/2/1/2/3/2123449/movimientos_oculares_normales.pdf
- Perez, B. J. (1998). *El sistema vestibular y sus alteraciones*. Masson.
- Pérez Alberruche, B. (2022, septiembre). *Procesamiento de Señales de Electroencefalograma mediante Wavelets para la Eliminación de Artefactos Cardíacos* [Trabajo de Fin de Grado]. Universidad Politécnica de Madrid. <https://oa.upm.es/71888/>
- Pérez Sánchez, A. V. (2021, Agosto). *Detección anticipada de eventos epilépticos empleando características no lineales* [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de Queretaro. Retrieved diciembre 31, 2022, from <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3412/1/IGMAC-211581-0821-921-Andrea%20Viviana%20P%20a9rez%20S%20a1nchez%20%20-A.pdf>

- Quintero Rincón, A., Risk, M., & Liberczuk, S. (2012). Preprocesamiento de EEG con Filtros Hampel. *IEEE Latin Americas Transactions*, 2012(89), 1-6. https://www.researchgate.net/publication/232709754_Preprocesamiento_de_EEG_con_Filtros_Hampel
- Ramos-Argüelles, F., Morales, G., Egozcue, S., Pabón, R. M., & Alonso, M. T. (2009, Noviembre 12). Técnicas básicas de electroencefalografía: principios y aplicaciones clínicas. *Anales Sis San Navarra*, 32(3), 69-82. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600006&lng=es&nrm=iso
- Recuero, P. (2020, septiembre 10). *Cómo interpretar la matriz de confusión: ejemplo práctico*. Think Big Empresas. <https://empresas.blogthinkbig.com/como-interpretar-la-matriz-de-confusion-ejemplo-practico/>
- Relación entre la actividad cortical y la actividad muscular*. (s.f). CORDIS. <https://cordis.europa.eu/article/id/155354-linking-cortical-and-muscular-activities/es>
- Rodriguez Aldana, Y., Marañón Reyes, E. J., & Puebla Iglesias, T. M. (2013). *Corrección de artefactos oculares en el electroencefalograma con modos empíricos* [Computability In Europa]. CIE2013. Retrieved diciembre 17, 2022, from https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/43826830/Correccion_de_artefactos_oculares_en_el_electroencefalograma_con_modos_empiricos-libre.pdf?1458237442=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCorreccion_de_artefactos_oculares_en_el.pdf&Expires=1672
- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological review*, 65(6), 386-408. <https://doi.org/10.1037/h0042519>
- Sánchez, F., & Hernández, A. M. (2017). Modelado autorregresivo de señales electroencefalográficas para simuladores médicos. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 337-356.
- Schomer, D. L., & López Da Silva, F. (2011). *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* (6th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Velasque Burgos, B. M., De Cleves, N. R., & Calle Márquez, M. G. (2009). El cerebro que aprende. *Tabula Rasa*, 11, 329-347. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24892009000200014&lng=en&tlng=es.

**Estudio exploratorio de las estrategias de evaluación formativa
postpandemia en un centro educativo ecuatoriano**

**Exploratory study of post-pandemic formative assessment
strategies in an ecuadorian educational center**

Washington Vilema Sinaluisa

ORCID: 1002-02-205795

Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

William Jesús Aguilar Díaz

ORCID: 0000-0002-8304-2606

Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

RESUMEN

La pandemia del COVID-19 trajo consigo una serie de desafíos en la práctica evaluativa de los docentes para que resulte de calidad y acorde a las necesidades del estudiante, debido a ello se realizó un estudio de corte cuantitativo, exploratorio, no experimental, transversal y retrospectivo, con la aplicación de un instrumento expreso a una muestra de 25 docentes cuyo objetivo fue determinar las prácticas de valoración formativa que realizan los docentes en la postpandemia en la Unidad Educativa de Riobamba (Ecuador). Los resultados arrojaron que los profesores utilizan con frecuencia las listas de cotejo y pruebas escritas como instrumentos de medición, en conjunto con técnicas de análisis de desempeño e interrogatorios para evaluar en las evidencias de aprendizaje la organización de la información, y la capacidad de argumentación del estudiante con base a lo indicado en los planes y programas de estudio vigentes, para ofrecer retroalimentación a través de las TIC, la utilización de diversidad de materiales y recursos, y clases personalizadas. Se concluye que la práctica docente basada en evaluación formativa es idónea, sin embargo, es necesario fortalecer la diversidad dentro de la valoración, con la finalidad de implementar otros mecanismos alternos para medir y estimar los aprendizajes logrados por los estudiantes.

***Palabras clave:** Docente, instrumentos técnicos, retroalimentación, educación, aprendizaje.*

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic brought with it a series of challenges in the evaluative practice of teachers so that it is of quality and according to the needs of the student in the Educational Unit of Riobamba (Ecuador), due to this a study was carried out quantitative, exploratory, non-experimental, cross-sectional and retrospective, with the application of an express instrument to a sample of 25 teachers whose objective was to determine the formative assessment practices carried out by teachers. The results showed that teachers frequently use checklists and written tests as measurement instruments, in conjunction with performance analysis techniques and interrogations to evaluate the organization of information, and the

argumentative capacity of the student in the evidence of learning. student based on what is indicated in the current study plans and programs, to offer feedback through ICT, the use of a diversity of materials and resources, and personalized classes. It is concluded that the teaching practice based on formative evaluation is ideal, however, it is necessary to strengthen diversity within the assessment, in order to implement other alternative mechanisms to measure and estimate the learning achieved by students.

Keywords: *Teacher, technical instruments, feedback, education, learning.*

Introducción

El generar estrategias y métodos para el desarrollo del aprendizaje con énfasis en la evaluación formativa son una pieza fundamental para el desarrollo del pensamiento crítico, argumentativo, cognitivo que ayuda a la toma correcta de decisiones en distintos ámbitos diarios que cada ser humano debe desarrollar desde temprana edad. Esto ayuda a reaccionar a los estímulos ambientales, educativos, familiares.

La investigación tiene como objetivo determinar las prácticas de valoración formativa que realizan los docentes en la postpandemia en la Unidad Educativa de Riobamba (Ecuador). Según Montes (2011) se exige la utilización de estrategias y métodos adecuados para la evaluación formativa, en los que el aprendizaje se conciba cada vez más como resultado del vínculo entre lo afectivo, lo cognitivo, las interacciones sociales y la comunicación.

Sin embargo, es determinante considerar que las estrategias docentes impactan en cierta medida con la evaluación que se realiza en las aulas, de modo que, al momento de impartir una clase se debe aplicar las distintas estrategias, métodos, formas que ayuden a la retención a largo plazo de la información impartida. La información brindada a los estudiantes tiene como objetivo ayudar en destrezas y materias elementales como son matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lenguaje, entre otras, haciendo de vital importancia asegurar la calidad del proceso formativo, que involucra los diversos instrumentos, técnicas, criterios, y retroalimentación que surjan en la heteroevaluación docente-alumno.

A raíz del confinamiento por COVID-19, se han presentado varias dificultades tecnológicas, socioeconómicas, y educativas que han representado un impedimento y/o limitante para el proceso y uso de nuevas estrategias docentes con énfasis en la evaluación formativa, por lo tanto, se ha generado un posible rezago en la forma de valorar los aprendizajes en el entorno escolar, desencadenando la necesidad de realizar una investigación para conocer la situación actual en la Unidad Educativa de Riobamba (Ecuador).

Con esta investigación se pretende a futuro que pueda ser de utilidad para futuros proyectos donde realicen acciones de mejora en la comunidad educativa de Riobamba, con la finalidad de mejorar la calidad de los procesos didácticos y fortalecer las competencias docentes, por tal motivo se optó por un estudio de alcance exploratorio.

Planteamiento del problema

Con el pasar del tiempo el modo de enseñanza debe ir implementando nuevos métodos y estrategias formativas para ayudar a cada estudiante en el desarrollo de sus habilidades sensoriales, científicas, cognitivas, lingüísticas, y sociales. Para lograr este cometido se debe conocer las fortalezas y debilidades que presenta cada docente, lo cual en algunas ocasiones puede generar ciertos conflictos entre estudiantes.

Los alumnos presentan diversas personalidades y distintas maneras de aprender y receptar la información brindada esto puede generar que los docentes no lleguen a empatizar con el resto de los estudiantes al momento de realizar un proceso formativo de evaluación es por ello la relevancia de determinar las principales prácticas evaluativas postpandemia.

El aula de clase es el lugar donde cada estudiante genera habilidades y renueva sus competencias, sin embargo, estas deben estar alineadas a las estrategias, métodos, técnicas e instrumentación didáctica que utilice el profesor, pero para ello el docente debe realizar procesos integrales de valoración formativa que contribuya a fortalecer el quehacer dentro del aula para lograr competencias acordes a los planes y programas de estudio.

Dicho lo anterior, las estrategias docentes para la evaluación formativa son herramientas óptimas que ayudan a generar conocimiento a todo tipo de estudiante sin importar su tipo de personalidad, carácter y comportamiento, por lo cual el profesor debe generar resultados rápidos y precisos en el aula de clases que contribuya a sistematizar las experiencias para generar una auto reflexión del alumno que permita su mejoramiento de forma continua y permanente.

La Unidad Educativa Riobamba de la ciudad de Riobamba debe regirse a las estrategias docentes para la evaluación formativa para ser beneficiarios de lo mencionado y de esa manera los estudiantes poseerán competencias a largo plazo, esto permite establecer la necesidad de replantear las políticas educativas reorientando los procesos de la formación continua de los docentes y el diseño curricular escolar.

Justificación

Según Vásquez (2021) es necesario estimular el pensamiento cognitivo, didáctico, verbal para que los estudiantes expresen sus producciones de manera original antes situaciones y desafíos que se presentan en la vida diaria. El enseñar a como buscar soluciones óptimas y rápida generara una respuesta inmediata a cada estímulo que sufra la persona.

Es importante, pues aporta a la educación para el desarrollo de estudiantes capaces de desarrollarse en cualquier ámbito social y cultural permitiendo así crear entornos seguros para aprender y desarrollar toda habilidad y aprendizaje. Las estrategias docentes en la evaluación formativa son de ayuda para el estudiante ya que estas son planificadas de manera previa. Según Peralta (2015) la enseñanza es un

cambio en cada época, el educador cumple una labor con el mundo que crea incertidumbre y satisfacción. Se debe enseñar a los estudiantes maneras estrategias de estudio para reforzar el conocimiento y las estrategias dadas en clase ya que las estrategias docentes pueden ser usadas en el aula de clase y en la comodidad del hogar.

Existen varias estrategias formativas en la evaluación tanto físicas y virtuales que ayudan a los estudiantes, según Nayarit en el ámbito de formación para diferentes disciplinas se califica y se toma en cuenta los criterios de aprendizaje del estudiante y docente. De igual manera las estrategias docentes para evaluar son usadas para toda edad y para toda materia solo cambiarán sus métodos los cuales darán los mismos resultados que son reforzar el conocimiento a determinada clase. Según Álvarez “uno de los objetivos más valorados y perseguidos dentro de la educación a través de las épocas, es la de enseñar a los alumnos a que se vuelvan aprendices autónomos, independientes y autorregulados, capaces de aprender a aprender”.

Determinar las prácticas de valoración formativa que realizan los docentes en la postpandemia en la Unidad Educativa de Riobamba (Ecuador).

Objetivos específicos

- Elaborar un instrumento exprofeso para determinar las principales prácticas de evaluación formativa que utilizan los docentes.
- Aplicar el instrumento para conocer la frecuencia en que realizan los docentes diversos procesos de valoración formativa.
- Elaborar tablas y gráficas para dar a conocer los resultados obtenidos en el instrumento y establecer conclusiones.

Marco Teórico

Educación

La educación es razón por la cual existe las diferentes estrategias, métodos, herramientas que son adaptadas por cada docente a su metodología de enseñanza, ya que, para una óptima educación se debe implementar, métodos, herramientas, instrumentos de evaluación formativa que permitan el desarrollo educativo de todos los estudiantes para poseer conocimientos e información que serán de ayuda en todo ámbito.

Según Iñesta. E, (2008) la educación básica, en sus nueve años de enseñanza y aprendizaje escolarizados, cubre diversos objetivos, algunos de manera permanente, otros en momentos sucesivos. La educación básica comprende 4 dimensiones importante de la vida humana: desarrollo psicológico, aprendizaje de competencias relativa a dominios de conocimiento, aceptación y reproducción de criterios, y aprendizaje de competencias de vida.

El anterior párrafo, se evidencia la importancia de favorecer procesos formativos de valoración que involucren en el ámbito personal del estudiante y no únicamente en lo académico, lo que conlleva al docente a diseñar estrategias para favorecer competencias para la vida y con autorregulación, sin embargo, estas deben ser en primera instancia aplicadas por el docente en las aulas y construidas en co-creación con los estudiantes, por ejemplo rúbricas o listas de cotejo, donde el alumno sea participó activo de su evaluación.

Rol docente

Según Rodríguez (2020) el avance acelerado de las tecnologías ha ocasionado que en esta época se integren estrategias docentes en los distintos niveles de educación. El rol del docente influye para que el estudiante desde su autonomía pueda desarrollar habilidades y competencias necesarias en el campo profesional.

El docente a través de la experiencia genera nuevas estrategias de evaluación formativa que las va perfeccionando y puliendo con cada estudiante para que este tenga habilidades que serán útiles en toda la vida estudiantil. Según Díaz no se puede formar docentes sin hacer opciones ideológicas, según el modelo de sociedad y ser humano que se defiendan, las finalidades que se asignen a la escuela no serán las mismas y en consecuencia, el rol de los docentes no se definirá de la misma manera.

El anterior párrafo, se puede interpretar como la necesidad imperante de la actualización docente para fortalecer sus competencias profesionales en la evaluación formativa con el firme propósito de mejorar la calidad educativa de su centro educativo, y con ello establecer proyectos académicos para la mejora permanente de su quehacer profesional y prácticas de evaluación acordes a los distintos escenarios educativos.

Aprendizaje

Según Pamplona, es necesario que los docentes realicen divulgación científica de sus prácticas educativas para que otros docentes repliquen estos recursos y se actualicen continuamente para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje y logren el desarrollo de competencias de los estudiantes a través de estrategias metodológicas pertinentes aplicadas a la evaluación formativa.

El aprendizaje es la base de la sociedad, al aprender poseemos conocimiento e información necesaria y primordial para lograr entender cada ámbito social, cultural, económico, político, educativo. Según Farnham, las personas se identifican con el papel de alumno, son aquellos a los que hemos visto participar enérgica y entusiásticamente en las actividades de clase, estos no solo se atienen a las normas del aula, sino que tratan de superarse en sus condiciones y en consecuencias se convierten en buenos alumnos.

Instrumentos de valoración.

Los instrumentos o herramientas que utiliza el docente para evaluar pueden ser tangibles e intangibles, ya que, son métodos orales, escritos y didácticos. Cada instrumento por utilizar debe ser regido en la ética y profesionalismo para que el estudiante se encuentre en un ambiente seguro para aprender mediante las técnicas que el docente implementara.

Según (Leonor, 2009) la transmisión de competencias relacionadas no solo es con el saber, sino también con el saber hacer y con el ser no siempre es un desafío atractivo. Por lo tanto, el docente debe adaptarse al medio y hacer que las herramientas y estrategias a implementar sean atractivas para el estudiante.

Evaluación Formativa

La evaluación formativa ayuda al docente a dictaminar como los estudiantes generan conocimiento y si estos son de corto o largo plazo. Al ser de corto plazo el docente debe implementar retroalimentación para fundamentar la información y que el estudiante se sienta seguro y confiado de sus habilidades y conocimientos.

Según Santa (2018) el proceso de perfeccionamiento de la educación se fundamenta en la necesidad de formar un tipo de profesional capaz de dar respuesta a las exigencias de las demandas sociales con una sólida formación teórico-práctica. Esto conlleva una responsabilidad del docente en favorecer procesos formativos en el aula con diversidad de instrumentos y técnicas donde se involucren los estudiantes y otros agentes educativos.

Retroalimentación

El docente debe producir en los estudiantes una memoria de largo plazo para tener presente la información y conocimiento brindado en el aula de clase, ya que, cada conocimiento adquirido o innato es de gran utilidad para la comprensión de cada tema y materia. Según Valdivia la retroalimentación efectiva tiene un papel fundamental en la enseñanza universitaria dado que contribuye al aprendizaje de los estudiantes, lo que les permite identificar sus logros y aspectos por mejorar. Se debe tener en cuenta que cada estudiante presenta diferentes maneras de retener información, por lo tanto, el docente debe analizar a cada uno de sus estudiantes para comprender que estrategia es la indicada para cada estudiante.

Según Canabal 2017, al sistematizar y analizar los datos recogidos mediante diversos instrumentos, como cartas de retroalimentación, diarios reflexivos, grupos de discusión y entrevistas grupales. Los resultados muestran la relevancia del proceso de elaboración, recepción y análisis de las cartas como herramienta de retroalimentación, así como su incidencia en la motivación de los estudiantes y en la mejora de sus aprendizajes posteriores.

Los anteriores párrafos denotan la importancia de la retroalimentación como eje transversal de las situaciones de aprendizaje, que deben tener como “empuje” un proceso formativo que integre un conjunto de estrategias acorde a las necesidades de los estudiantes y que puedan ser sistematizadas en u proceso

paulatino de autorregulación cognitiva para favorecer la autonomía del alumno y del docente en la evaluación.

Metodología del estudio.

Se realizó una investigación cuantitativa con carácter exploratorio para conocer en un primer acercamiento las prácticas de evaluación formativa de un conjunto de los docentes a través de un diseño no experimental con aplicación única de instrumento de medición (transversal) con el propósito de conocer las experiencias de los docentes de manera retrospectiva.

Se diseñó un instrumento exprofeso compuesto por 36 ítems en una escala Likert (1: totalmente en desacuerdo, 2: en desacuerdo; 3: ni de acuerdo, ni en desacuerdo; 4: de acuerdo; y 5: totalmente de acuerdo) compuesto por 5 dimensiones: instrumentos de evaluación, técnicas de evaluación, evidencias de aprendizaje, criterios de evaluación, y retroalimentación formativa.

La muestra a la que se suministró el instrumento estuvo compuesta por 30 docentes de la Unidad Educativa “Riobamba”, al finalizar la encuesta solo 25 sujetos participaron (19 mujeres y 6 hombres) mientras que los 5 restantes no aceptaron colaborar debido a que no encuentran necesario el uso de estrategias de evaluación en sus aulas de clases.

La aplicación del instrumento consistió en la invitación abierta a los docentes a participar, los que aceptaron se les compartió la encuesta de manera impresa y se les ofreció dos días para devolverla; lo anterior durante el mes de octubre de 2022.

Los resultados obtenidos se sistematizaron en porcentajes por medio de tablas y gráficos presentados de manera integral en figuras, con la finalidad que el lector pueda tener una interpretación más objetiva de la información para su análisis.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la aplicación del instrumento en lo relacionado a sus dimensiones: instrumentos de evaluación, técnicas de evaluación, evidencias de aprendizaje, criterios de evaluación, y retroalimentación formativa.

Tabla 1.

Instrumentos de evaluación.

Ítem (Utilizo con frecuencia para evaluar ...)	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Guías de observación	12%	20%	28%	16%	24%
Registros anecdóticos	17%	13%	7%	30%	33%
Diarios de clase	12%	20%	32%	8%	28%
Diarios de trabajo	12%	20%	24%	32%	12%
Escala de actitudes	4%	12%	20%	28%	36%
Preguntas sobre el procedimiento	24%	8%	36%	12%	20%
Cuaderno de los alumnos	8%	8%	36%	20%	28%
Organizadores gráficos	8%	4%	20%	36%	32%
Portafolio de evidencias	20%	4%	12%	28%	36%
Rúbricas	11%	28%	5%	17%	39%
Listas de cotejo	12%	4%	8%	36%	40%
Ensayos	8%	4%	24%	44%	20%
Pruebas escritas	4%	11%	22%	33%	30%

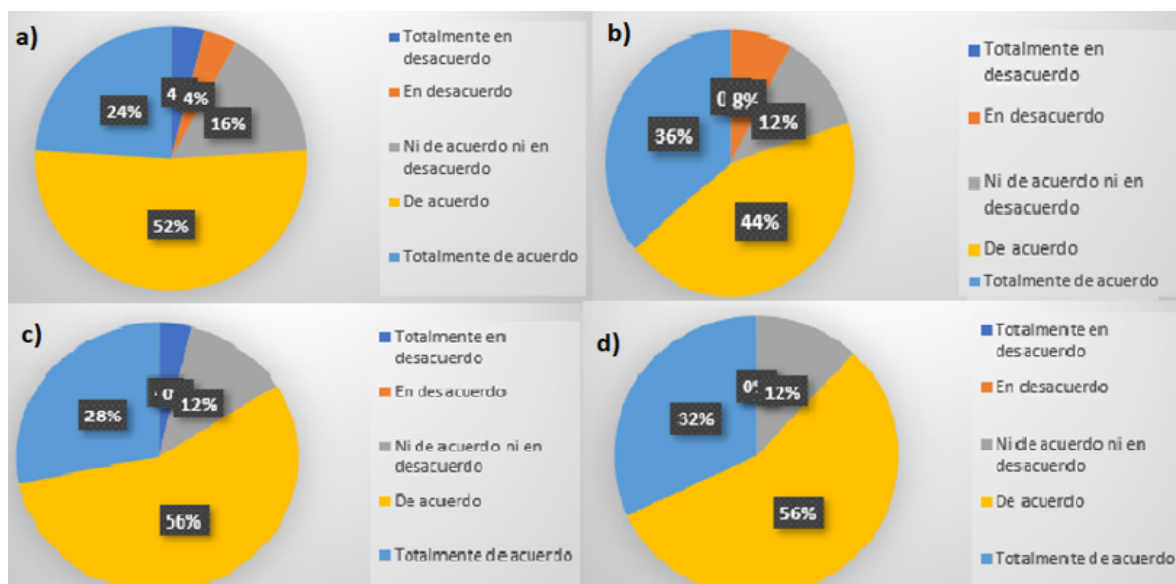
Fuente: elaboración de los investigadores (2022).

En la tabla 1, se observa que los docentes utilizan con frecuencia “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” los instrumentos de registros anecdóticos, escala de actitudes, organizadores gráficos, listas de cotejo, ensayos y pruebas escritas, para evaluar los aprendizajes de logrados en sus programas de estudios; sin embargo se advierte que en los resultados se encuentra que las guías de observación, las preguntas sobre el procedimiento, y los diarios de trabajo no son utilizados con frecuencia en la práctica docentes.

Por otro lado, los resultados encontrados permitieron determinar que el análisis del desempeño y el interrogatorio son las técnicas de evaluación que con más frecuencia utilizan los profesores, sin embargo, la observación y el desempeño de los alumnos también se utiliza, pero en menor predominancia (véase figura 1).

Figura 1

Técnicas de evaluación.



Notas:

- a) Observación.
- b) Desempeño de los alumnos.
- c) Análisis del desempeño.
- d) Interrogatorios.

En la tabla 2 se aprecia que la mayoría de los docentes considera en las evidencias de aprendizaje la importancia de una adecuada organización de la información, así como la capacidad de argumentación del estudiante, es interesante observar que un 12% no está de acuerdo con la evaluación en la comprensión del tema.

Tabla 2.

Evidencias de aprendizaje

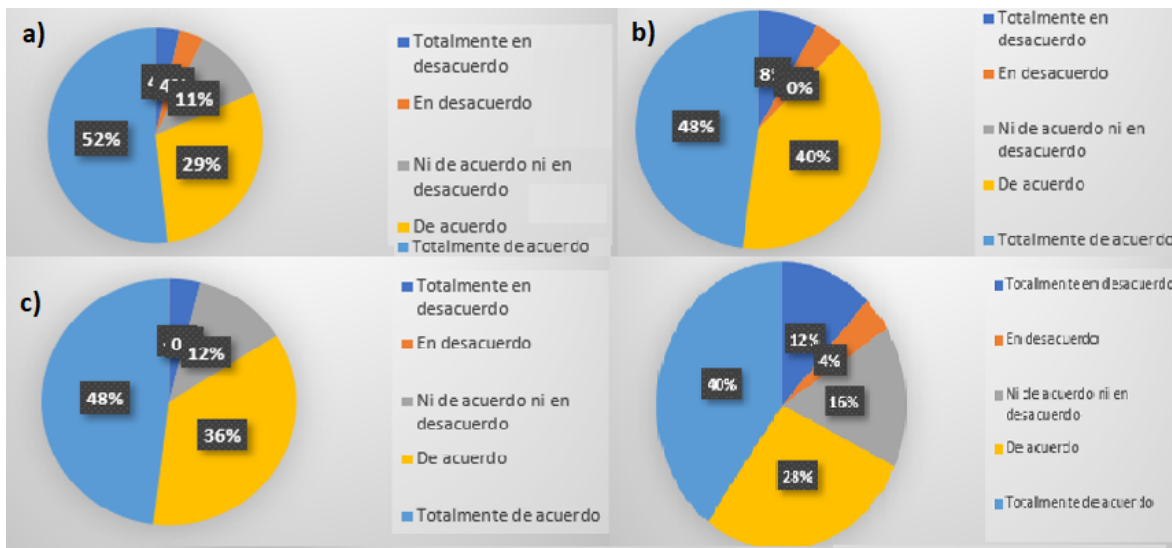
Ítem (Evalúo ...)	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Comprensión del tema.	4%	8%	8%	52%	28%
Ortografía.	0%	0%	16%	24%	60%
Organización de la información.	0%	0%	4%	68%	28%
Argumentación.	0%	4%	8%	36%	52%

Fuente: elaboración de los investigadores (2022).

En lo relacionado a los criterios de evaluación que consideran los docentes para efectos de evaluación formativa, se obtuvo como resultado que la mayoría retoma lo mencionado en los planes y programas de estudios, así como el diagnóstico grupal, y la valoración del contexto familiar, sin embargo, se registra que un 12% de los profesores no considera la relación entre planeación escolar y programas de estudios (véase figura 2).

Figura 2.

Criterios de evaluación



Notas:

- a) Reviso las competencias previstas en el plan y programa de estudios.
- b) Considero el diagnóstico del grupo.
- c) Considero las opiniones de las familias y/o tutores.
- d) Establezco relación entre la planificación y el plan y programa de estudio.

En lo relacionado a los elementos que se consideran para realizar la retroalimentación formativa, los docentes valoran la predominancia la importancia de involucrar las TIC, así como el utilizar una diversidad de materiales y recursos, en conjunto con clases personalizadas. En este apartado, conviene a mencionar que el trabajo colaborativo con familias, la sistematización de la retroalimentación y que está sea inmediata, no fluyen con frecuencia en un sector significativo de profesores (véase tabla 3)

Tabla 3.

Elementos que consideran los docentes para la retroalimentación.

Ítem	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
(Considero...)					

Refuerzo académico	4%	8%	16%	52%	20%
Clases personalizadas	0%	4%	12%	28%	56%
Trabajo colaborativo con las familias	12%	8%	20%	36%	24%
Sugerencias al estudiante	4%	12%	4%	40%	40%
Retroalimentación inmediata	16%	4%	0%	28%	52%
Utilizo ejemplos prácticos	8%	12%	0%	20%	60%
Periódicamente retroalimentación	4%	4%	16%	36%	40%
Sistematización de retroalimentación	8%	16%	0%	44%	32%
Utilizo recursos y materiales para retroalimentar	0%	4%	12%	28%	56%
Involucro las TIC	8%	4%	0%	36%	52%

Fuente: elaboración de los investigadores (2022).

Discusión

A partir de la presente investigación, se determinó por medio de la encuesta realizada que los docentes de la Unidad Educativa “Riobamba” presentan diferentes puntos de vista en cuanto a las estrategias docentes para la evaluación formativa. Según Jara construir significados nuevos implica un cambio en los esquemas de conocimiento que se poseen previamente, esto se logra introduciendo nuevos elementos o estableciendo nuevas relaciones entre dichos elementos. Al presentar las diferentes estrategias algunos mencionaron que existen estrategias y herramientas que son monótonas y eso afecta a que el estudiante presente desinterés a los temas enseñados y así, su aprendizaje se verá afectado ya que no genera el suficiente estímulo y refuerzo para la retención del conocimiento. Según Castillo (2006) los procesos de enseñanza–aprendizaje en las instituciones formadoras se consideran las partes fundamentales de la educación.

Es por eso, que las estrategias docentes para la evaluación formativa se deben irse renovando continuamente para evitar aburrimiento y monotonía para captar la atención de los estudiantes y que estos se sientan motivados a adquirir conocimientos generales y específicos. Para Levin y Shuell (1971) se puede identificar dos líneas principales de trabajo iniciadas: la aproximación impuesta que consiste en realizar modificaciones o arreglos en la estructura del material del aprendizaje; y la aproximación inducida que se aboca a entrenar a los aprendices en el manejo directo y por sí mismos de procedimientos que les permitan aprender con éxito de manera autónoma.

Por otro lado, varios docentes están de acuerdo con las estrategias docentes para la evaluación formativa señaladas en la encuesta, ya que, creen que estas son estrategias y herramientas acorde a la educación actual ya que se realiza de manera presencial y virtual y que ayudan al crecimiento educativo del estudiante y que refuerza su conocimiento por medio de varias técnicas. Según Giraldo (2005), los estudiantes y docentes sienten la necesidad de cambiar la técnica de aprendizaje y enseñanza para incorporar actividades grupales para la participación del estudiante. Las estrategias docentes ayudan a que el estudiante en el aula de clase se sienta inspirado por aprender y comprender todo lo que el docente explica y esto se apoya y fundamenta mediante los resultados positivos que los estudiantes han presentando a raíz del uso correcto de estas estrategias.

Según Montes (2011) la Didáctica centrada en el estudiante exige la utilización de estrategias y métodos adecuados, en los que el aprendizaje se conciba cada vez más como resultado del vínculo entre lo afectivo, lo cognitivo, las interacciones sociales y la comunicación. Es posible afirmar que las estrategias docentes para la evaluación formativa van a variar del grupo poblacional y sus características ya que dependerá de cómo relacionarse y que decisiones tomar para cumplir con todo parámetro establecido en el momento de impartir clase.

Conclusiones

Los docentes al momento de impartir las clases independientemente del tema o materia deben generar estrategias docentes para la evaluación formativa que permitan desarrollar una clase interactiva y que el estudiante desarrolle diferentes procesos cognitivos superiores ya que, luego del confinamiento por Covid 19 los estudiantes no han sido estimulados para retener la información a corto y largo plazo.

El desarrollar las estrategias docentes con énfasis en la valoración formativa permite ayudar al alumno a lograr un proceso de desenvolvimiento en varias áreas cognitivas superiores como: argumentar, analizar, describir, pensar, toma de decisiones, proceso de aprendizaje, atención. Ya que al recibir estímulos positivos de parte del docente que trabaja con estrategias será más fácil para el alumno generar sentimientos de confianza.

Luego de la pandemia por Covid 19 se generó diferentes estrategias docentes para la evaluación tanto virtuales como presenciales, es por esto por lo que, el docente debe determinar el uso de estas estrategias con el objetivo de que sus estudiantes se sientan cómodos para adquirir competencias para la vida y se sientan seguros en su zona de confort educativo y cada estrategia se irá adaptando de manera segura y óptima a la población, ambiente o entorno, educativo, económico.

Cada estudiante y docente posee una variedad de habilidades innatas y adquiridas que ayuda para que las estrategias a practicar por el docente sean adecuadas para adaptarse al medio en el que se desenvuelve con los estudiantes para desempeñar y ejecutar las diferentes estrategias que tiene preparadas, estas estrategias deben estar bajo el régimen de la ética y profesionalismo.

Por último, se puede concluir que las prácticas de evaluación formativa que utilizan los docentes de la Unidad Educativa de Riobamba son acordes a prácticas pedagógicas pertinentes del contexto postpandemia, pero deben ser innovadas periódicamente por medio de la diversificación de formas de evaluar con el firme propósito de favorecer competencias para la vida en los estudiantes, y que los docentes adquieran mayor experiencia en otras formas de evaluación individual, grupal y en colegiado.

Referencias bibliográficas

Lara Guerrero, J. (1997). Estrategias para un aprendizaje significativo-constructivista. *Enseñanza*. <https://gredos.usal.es/handle/10366/70692>

Miguel, J. (2022, julio 28). *Revista Digital - BLOG*. BLOG | UTEL. <https://utel.mx/blog/revista-digital/>

Católica, U., Acosta, C., Morán, V., Luisa, A., Uzcátegui, A., & Morán, A. (s/f). *Estrategias para el desarrollo de la comprensión lectora de los estudiantes del octavo grado de educación básica*. Redalyc.org. Recuperado el 24 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/1701/170118726003.pdf>

Alarcón, M. A. C., Fernández, B. H., Carrasco, Z. C. M., & Pérez, A. R. (2018). El pensamiento crítico y las estrategias metodológicas para estudiantes de Educación Básica y Superior: una revisión sistemática. *Journal of business and entrepreneurial studies: JBES*, 0, 199–223. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7888015>

Arcila, C. P. E., Vergara, H. Q., & Giraldo, M. C. G. (2017). Estrategias pedagógicas colaborativas en las prácticas escolares en educación básica. *Latinoamericana de Estudios Educativos*, 13(1), 83–104. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/latinoamericana/article/view/4015>

(S/f). Redalyc.org. Recuperado el 24 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/1942/194215513012.pdf>

Miguel, J. (2022, julio 28). *Revista Digital - BLOG*. BLOG | UTEL. <https://utel.mx/blog/revista-digital/>

SERIE: HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN BÁSICA Las estrategias y los instrumentos de evaluación desde el enfoque formativo. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 24 de septiembre de 2022, de https://www.educacionespecial.sep.gob.mx/pdf/doctos/2Academicos/h_4_Estrategias_instrumentos_evaluacion.pdf

- (S/f). Gov.mx. Recuperado el 24 de septiembre de 2022, de https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/las_estrategias_y_lo_b89015c6.pdf
- Alvarado, F. (2020). Repositorio. Obtenido de El Entorno Familiar Y Su Influencia En El Proceso De Aprendizaje: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4097/1/T-ULVR-3419.pdf>
- Chisag, A. (27 de febrero de 2014). Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8137/1/FCHE_LEB_131_5.pdf
- Rizo Rodríguez, M. (2020). Rol del docente y estudiante en la educación virtual. *Revista Multi-Ensayos*, 6(12), 28–37. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v6i12.10117>
- (S/f). Researchgate.net. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de https://www.researchgate.net/profile/Leonor-Cantera/publication/37808070_La_fotointervencion_como_herramienta_docente/links/00b7d517864a048e02000000/La-fotointervencion-como-herramienta-docente.pdf
- Canabal, C., & Margalef, L. (2017). La retroalimentación: La clave para una evaluación orientada al aprendizaje. *Profesorado (Granada)*, 21(2), 149–170. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v21i2.10329>
- (S/f). Redalyc.org. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/2430/243016308001.pdf>
- Giraldo, M. (s/f). *Estrategias docentes para un aprendizaje SIGNIFICATIVO*. Edu.ve. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/n1/1-6.pdf>
- (S/f). Udg.mx. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de http://prepatlajomulco.sems.udg.mx/sites/default/files/1._diaz-barriga_fundamentos_buenoestrategias_2.pdf
- Llera, B., & Jesús, A. (2003). Estrategias de aprendizaje. *Revista de educación*. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/67023>
- (S/f). Redalyc.org. Recuperado el 29 de septiembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/309/30990112.pdf>
- Gargallo López, B., Sánchez Peris, F., Ros Ros, C., & Ferreras Remesal, A. (2010). Estilos docentes de los profesores universitarios. La percepción de los alumnos de los buenos profesores. *Revista Iberoamericana de Educación*, 51(4), 1–16. <https://doi.org/10.35362/rie5141826>

- (S/f). Vinculando.org. Recuperado el 1 de octubre de 2022, de [https://vinculando.org/educacion/rol-del-docente-frente-las-recientes-estrategias-de-ensenanza-aprendizaje.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Vinculando+\(Revista+Vinculando\)](https://vinculando.org/educacion/rol-del-docente-frente-las-recientes-estrategias-de-ensenanza-aprendizaje.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Vinculando+(Revista+Vinculando))
- Valdivia, S. (2014). Retroalimentación Efectiva en la Enseñanza Universitaria. *En Blanco y Negro*, 5(2). <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/11388>
- Pérez Pino, M., Enrique Clavero, J. O., Carbó Ayala, J. E., & González Falcón, M. (2017). La evaluación formativa en el proceso enseñanza aprendizaje. *Edumecentro*, 9(3), 263–283. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742017000300017
- Coll, C. (1988). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, 11(41), 131–142. <https://doi.org/10.1080/02103702.1988.10822196>
- Díaz Bordenave, J., Martins Pereira, A., & la Agricultura (IICA), I. I. de C. P. (1997). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15034>
- García Rodríguez, J. J., & Cañal de León, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Revista Investigación en la Escuela*. <https://idus.us.es/handle/11441/59627>
- Lozada, R. G. (2001). Factores que inciden en la aplicación de estrategias docentes para el aprendizaje significativo del alumno de Educación Básica. *Telos*, 3(2), 193–210. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6436481>
- Soriano, M., Miranda, A., & Cuenca, I. (s/f). *Intervención psicopedagógica en las dificultades del aprendizaje escolar*. Cloudfront.net. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33683065/problemas_de_aprendizaje-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1664746219&Signature=RZsiYBDeXyVG AJ4DJbgcD8Z1-dF-DeZIDiqxXqcjllXEP8q~5Eizkjur6fWn863Aom3OTLEHm7W6kAJ1DIEiB-g-jHzuzqO~xAgamEdketMU0w9FCp9Bg7OVLsshjQpdpnnBjE-geLyNXLYVZVWcGZ6Rcb1e8R61VR533bIvyOE48Ccu1sgrZTLyZcRs2ytqrj6oUSIRXWcuFWO~8ojawsc6sgnu6cXqh4AqkrpT8iWN6HV99cbaHMdj2VOfyy0YZLQdHDGbgGx6xa8Y65hB43dwIJqBqwRigw7BTjF82d5vbUuT45EXpkD0PLxJpW80bkGx9Zb2A~ofm3FF~TeyHhA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- (S/f). Com.ar. Recuperado el 2 de octubre de 2022, de http://www.aique.com.ar/sites/default/files/indices/estrategias_de_ensenanza.pdf

- Corredor, M. V., Arbeláez, R., & Pérez, M. I. (2008). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. *Revista Docencia Universitaria*, 9(1), 155–159.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/574>
- Díaz Bordenave, J., Martins Pereira, A., & la Agricultura (IICA), I. I. de C. P. (1997). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/15034>
- Castillo Claire, V., Yahuita Quisbert, J., & Garabito Lizeca, R. (2006). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Cuadernos Hospital de Clínicas*, 51(1), 96–101.
http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1652-67762006000100015&script=sci_arttext
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades médicas*, 11(3), 475–488.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202011000300005
- Montes de Oca Recio, N., & Machado Ramírez, E. F. (2011). Estrategias docentes y métodos de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Humanidades médicas*, 11(3), 475–488.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202011000300005

El *software* Geogebra como elemento directriz del aprendizaje significativo de contenidos matemáticos en escolares de noveno grado de Ecuador

The Geogebra software as a guiding element for meaningful learning of mathematical content in ninth grade students in Ecuador

Oscar Marcelo Pantoja Chulde

Universidad Tecnológica Latinoamericana en Línea (Utel)

RESUMEN

La inclusión del *software* Geogebra propició un incremento considerable en la interactividad de la secuencia didáctica de aprendizaje de contenidos matemáticos, escenario que puso en relieve la inclusión del modelo de aprendizaje significativo como base de las propuestas pedagógicas. En ese sentido, el presente artículo se propuso como objetivo determinar la relación del software matemático Geogebra en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal “Yaruquí”. Se constituyó una investigación de nivel relacional con diseño no experimental y transversal para la medición de las variables en 44 estudiantes del noveno año a través de la recolección de datos por intermedio de instrumentos válidos y confiables. Los resultados indicaron que gran cantidad de estudiantes perciben como “apropiado” en interfaz e interactividad del software Geogebra (>60%) y elevados niveles de adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos (68.2%), el análisis correlacional reveló que existen direcciones positivas y niveles moderados entre las dimensiones de las dos variables ($.430 < Rho < .515$), a nivel general se observó correlación directa y moderada entre *software* Geogebra y aprendizaje matemático ($Rho=.549, R^2=.301$). Se concluyó que mayores puntuaciones en las dimensiones del *software* Geogebra se manifestarán en puntuaciones altas de aprendizaje significativo de contenidos matemáticos.

Palabras claves: *Geogebra, aprendizaje significativo, educación básica, estudiantes, correlación.*

ABSTRACT

The inclusion of Geogebra software led to a considerable increase in the interactivity of the didactic sequence of learning mathematical contents, a scenario that highlighted the inclusion of the meaningful learning model as the basis of pedagogical proposals. In this sense, the objective of this article was to determine the relationship of the mathematical software Geogebra in the learning of mathematics in students of the ninth year of General Basic Education (EGB) of the Unidad Educativa Fiscal "Yaruquí". A relational research with a non-experimental and transversal design was carried out to measure the variables in 44 ninth grade students through the collection of data by means of valid and reliable instruments. The results indicated that a large number of students perceive as "appropriate" the interface and interactivity of Geogebra software (>60%) and high levels of information acquisition and incorporation of new knowledge (68.2%), the correlational analysis revealed that there are positive

directions and moderate levels between the dimensions of the two variables ($.430 < \text{Rho} < .515$), at a general level, a direct and moderate correlation was observed between Geogebra software and mathematical learning ($\text{Rho}=.549$, $\text{R}^2=.301$). It was concluded that higher scores in the Geogebra software dimensions will manifest in higher scores of meaningful learning of mathematical content.

Keywords: *Geogebra, meaningful learning, basic education, students, correlation.*

Introducción

El proceso de enseñanza-aprendizaje ha cambiado con el transcurso de los años, debido al avance tecnológico y demandas sociales, actualmente se dispone de mayores fuentes de información por lo cual los desafíos que enfrentan los escenarios educativos se tornan cada vez más exigentes y se espera que al egresar el estudiante sea capaz de interactuar y enfrentar de manera adecuada las situaciones problemáticas que aparecen, haciendo para esto uso de sus diversas capacidades (Ruiz *et al.*, 2021).

Frente a este escenario, Reyes (2021) considera que los docentes son los principales motores y protagonistas en este proceso de adaptación por lo que requieren competencias básicas como habilidades digitales para adecuarse a los cambios drásticos y continuos de las modalidades híbridas de enseñanza. Asimismo, el autor considera que características primordiales para adquirir las habilidades radican en la flexibilidad y adaptabilidad a las necesidades estudiantiles con la finalidad de mejorar procesos de enseñanza-aprendizaje.

En ese sentido, las necesidades recurrentes de los estudiantes radican en el contenido matemático y debido a que esta modalidad de competencias es crucial para el desarrollo de los ciudadanos, se ha estimulado desde niveles escolaridad muy tempranas (Borraiz, 2019). Por consiguiente, las tecnologías de información y comunicación posibilitarían y facilitarían las estrategias didácticas para potenciar la capacidad crítica y analítica del estudiante en escenarios matemáticos puntuales (Mora, 2020), por esa razón, los docentes han integrado las TIC's para innovar sus procesos de enseñanza y suplir las necesidades sociales e individuales (Holguín *et al.*, 2020).

En este panorama, el aprendizaje de la matemática como necesidad individual y colectiva se ha basa en la premisa de que el estudiante sea capaz de resolver problemas en diversos escenarios de su vida cotidiana y académica (Borraiz, 2019). Sin embargo, la adquisición de la competencia enmarca escollos relevantes para los estudiantes en la medida del escaso entrenamiento en habilidades de abstracción y la simbología que subyace a la secuencia de análisis (Mora, 2020; Soto *et al.*, 2022).

En ese sentido, Mora (2020) enfatiza el replanteamiento de los enfoques educativos para la instauración de competencias matemáticas efectivas, de tal manera que la implementación de estrategias debe situarse en la promoción del contenido matemático integrado en las actividades cotidianas: ambiente escolar, familiar, social y personal, y evitar la sobrecarga de información teórica.

En el contexto de pandemia por el virus SARS-CoV-2, los docentes se han visto desafiados a la modificación de estrategias e instaurar TIC como elemento prioritario y no accesorio durante las secuencias didácticas para alcanzar el aprendizaje significativo de los estudiantes. A pesar de ello, se ha observado aportes positivos tales como: mayor interacción, interés en los temas e incremento de los niveles de comprensión (Valverde *et al.*, 2022).

El empleo de TIC ha impulsado a los nuevos salones de clases virtuales en la adquisición de nuevas propiedades más visuales, dinámicas y entretenidas, elementos que ha implantado nuevas perspectivas de las matemáticas, depuradas de la concepción de complejidad y aburrimiento (Soledispa-Castro, 2022). Es así que las TIC han alterado los modelos tradicionales de enseñanza-aprendizaje hacia la construcción de contenidos con significado para los estudiantes a través de interacción inmediata y construcción del nuevo aprendizaje a partir de conocimientos previos (Holguín *et al.*, 2020; Valverde *et al.*, 2022).

Por lo tanto, los nuevos estudiantes inmersos en la educación mediada por TIC se han consolidado como creadores de información y los docentes han adquirido el rol de acompañamiento (Soto *et al.*, 2022), es así que el modelo teórico que más ha cobrado importancia en estos últimos años es el aprendizaje significativo en la medida que cimienta el conocimiento con base a la construcción de información e información previa (Victores *et al.*, 2021) desarrollar su comprensión del área, en base a su capacidad cognitiva (Ishartono *et al.*, 2022).

A pesar de extenso bagaje de herramientas informáticas para conducir las estrategias educativas, el nuevo desafío es qué *software* ha demostrado su eficiencia para instaurar competencias matemáticas en escolares (Bakar *et al.*, 2015; Yohannes & Chen, 2021; Pumacallahui *et al.*, 2021). En esta multiplicidad de herramientas, el software Geogebra se ha destacado por sus características principales: código libre, licencia abierta y practicidad en su funcionamiento, resultando un mecanismo productivo para que los estudiantes visualicen los procesos matemáticos para aumentar su comprensión y reflexión del contenido (Mora, 2020), así generar efectos significativos en la inserción de competencias matemáticas (Muñante *et al.*, 2021).

Además, Pérez *et al.* (2022) enfatizan que dicho recurso ayuda con la mejora del rendimiento académico de los estudiantes en temas matemáticos de nivel avanzado, pues por medio de este los estudiantes pueden visibilizar una variedad de gráficos en 2D y 3D requeridos, identificando así detalles que de forma manual serían difíciles de hallar, e inclusive la estimulación de pensamiento creativo y crítico en la masa estudiantil (Muñante *et al.*, 2021).

Asimismo, Soledispa-Castro (2022) que el software Geogebra está adaptado para la solución de problemas cotidianos, posibilitando que estudiantes de edades tempranas puedan adquirir habilidades necesarias para desenvolverse efectiva y responsablemente en su vida adulta. Por esa razón, se considera una aplicación de escritorio idónea para la estructuración de contenidos pedagógicos en todos los estratos sociales (Ishartono *et al.*, 2022).

Es así que Geogebra ha reducido las brechas en la adquisición de competencias matemáticas, proporcionando resultados positivos para la solución de problemas y cambio de actitudes en los estudiantes (Reyes, 2021). Este suceso movilizó a la comunidad académica en la investigación en múltiples escenarios: mejora de aprendizaje (Ishartono *et al.*, 2022; Pumacallahui *et al.*, 2021; Alabdulaziz *et al.*, 2021; Binti *et al.*, 2020) y factores disposicionales inmersos en la adopción del software geogebra (Bakar *et al.*, 2015; Zengin & Tatar, 2017; Zilinskiene & Demirbilek, 2015; Damianus, 2019). A pesar de la integración óptima entre Geogebra y aprendizaje significativo hay escasos estudios (Romero *et al.*, 2022; Tamayo, 2013), por esa razón, dos artículos que constituyen el basamento empírico del presente estudio son las aportaciones de Lloclla & Quispe (2017) y Ticlla (2020) quienes analizan la relación entre ambas variables en estudiantes de educación básica regular de instituciones peruanas, en el primer caso desde una perspectiva experimental y en el segundo, desarrollando la transversalidad. En consideración a la perspectiva metodológica, los hallazgos de Ticlla (2020) proporcionaron una ruta de análisis para conducir los aspectos metodológicos del artículo.

El presente manuscrito adquiere relevancia práctica en la medida de esclarecer los elementos y factores que confluyen en el aprendizaje significativo, incrementando el cuerpo de información correspondiente al dominio temático. En un aspecto metodológico, la secuencia de comandos e implementación de un amplio panorama del comportamiento de los datos permite su replicación en otros grupos etarios, regiones geográficas y otras modalidades de aprendizaje.

En base a la argumentación propuesta, la pregunta investigación que se desprende del análisis es ¿De qué manera el software matemático Geogebra se relaciona con el aprendizaje significativo de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal “Yaruquí”?, en ese sentido fue pertinente establecer el objetivo: Determinar la relación del software matemático Geogebra en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal “Yaruquí”.

Método

El presente estudio se situó en el paradigma cuantitativo en la medida que se analizó las variables a través de datos numéricos, se desarrolló en el nivel de investigación relacional para la ejecución de protocolos de medición entre dos o más dimensiones de los datos en un tiempo único en ausencia de manipulación de las condiciones de administración de los instrumentos (Guevara *et al.*, 2020; Monjarás-Ávila *et al.*, 2019; Hernández y Mendoza, 2018)

Población y muestra

La población se constituyó por 44 estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí. El proceso de selección del tamaño de la muestra se basó en el tipo censal dado que será constituida por el total de las unidades muestrales acorde al reducido tamaño de población (López, 1998). En base a estudios previos (Ticlla, 2020) se realizó el cálculo del tamaño de muestra para

estudios correlacionales y se obtuvo un mínimo de 29 participantes ($\alpha=.05$; $\beta=.20$) para un coeficiente $r_{moderado}$ de .500 (Hulley et al., 2014), por lo tanto, el tamaño de muestra consignado en el presente estudio ($n=44$).

Instrumentos

La recopilación de información se estructuró a través de encuesta como método de indagación empírica de los datos derivados de las variables (Feria *et al.*, 2020), se empleó dos encuestas autoadministradas con óptimo funcionamiento psicométrico.

En la medición de la variable Geogebra se utilizó una encuesta formulada por Tiella (2020) que consta de 14 afirmaciones distribuidos en dos dimensiones: Interfaz (ítem 1 a 8) e Interactividad (ítem 9 a 14) acorde a una escala likert de cinco estilos de respuesta. Evaluó las fuentes de evidencia de validez basada en el contenido por criterios de tres jueces expertos en la temática en presencia de indicadores óptimos ($A_1=.90$; $A_2=.95$; $A_3=.90$). La confiabilidad se obtuvo por consistencia interna, identificó un coeficiente alfa aceptable ($\alpha=.982$). Se empleó un estudio piloto para evaluar los valores normativos de las dimensiones de la variable. La dimensión interfaz se configuró en categorías: inadecuado (8–18), regular (19–29) y apropiado (30–40). La interactividad fue constituida en inadecuado (6–13), regular (14–22) y apropiado (23–30).

La variable aprendizaje significativo se evaluó con la encuesta desarrollada por Tiella (2020) con una conformación de 14 reactivos segmentados en la dimensión adquisición de información (ítem 1 a 8) e incorporación de conocimientos (ítem 9 al 14) basada en cinco estilos de respuesta. En relación a la validez de contenido, el autor evaluó a través del criterio de tres jueces y obtuvo índices óptimos ($A_1=.90$; $A_2=.95$; $A_3=.90$). Por otro lado, en relación al análisis de la fiabilidad reportó un valor aceptable ($\alpha=.985$). Los valores normativos para la adquisición de información se segmentaron en tres niveles: bajo (8–18), regular (19–29) y alto (30–40). La dimensión incorporación de nuevos conocimientos se escindió en tres categorías: bajo (6–13), regular (14–22) y alto (23–30).

Procedimiento

En primer lugar, se estableció contacto con las autoridades de la institución para solicitar los permisos correspondientes para la administración de los instrumentos, se complementó con solicitudes de permiso y consentimiento informado a los padres y participantes, en estricto seguimiento de los principios éticos en la investigación educativa (Paz, 2018). En segunda instancia, tras la aplicación de los instrumentos, se procesó en una hoja de cálculo en Microsoft Excel para realizar el control de calidad de los datos. En tercer lugar, se obtuvieron las medidas descriptivas de las variables a través de la tabulación de frecuencias mediante gráficos de barras agrupadas en presencia de medidas de tendencia central, dispersión y forma para la obtención del patrón de comportamiento de los datos. Posteriormente, se consignó los coeficientes de correlación de Spearman debido a la naturaleza ordinal de los datos en

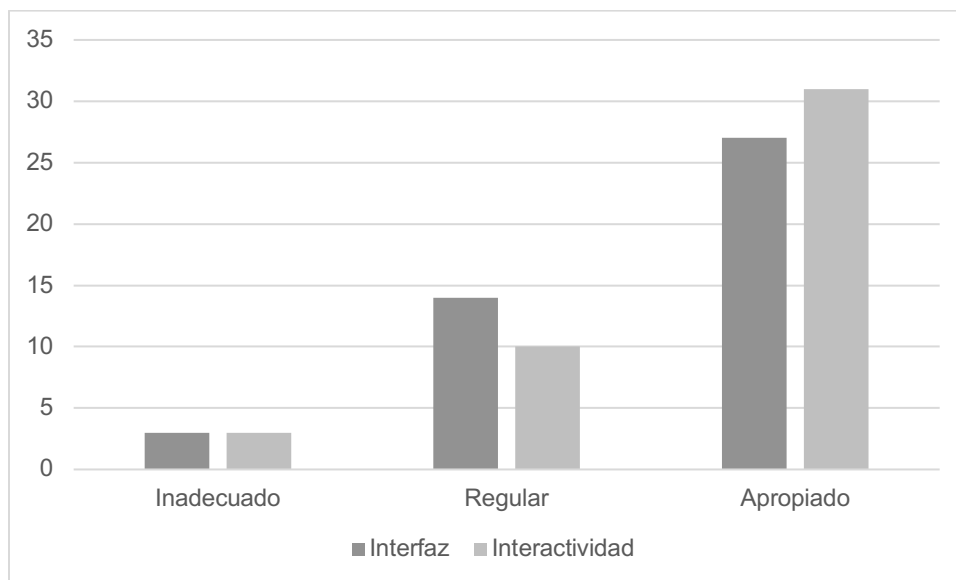
complementación con intervalos de confianza y tamaño de efecto (R^2) siguiendo las pautas de Domínguez–Lara (2018).

El procesamiento de los datos fue ejecutado mediante códigos de automatización en el programa IBM SPSS 25 y Microsoft Excel.

Resultados

En el análisis descriptivo de la variable Geogebra se observó mayor concentración de los usuarios en el nivel apropiado en interfaz ($n=27$; 61.36%) e interactividad ($n=31$; 70.45%) mientras que 6.82% de los participantes percibió como inadecuada la interfaz ($n=3$) e interactividad ($n=3$) de la plataforma Geogebra.

Figura 1
Análisis de barras agrupadas de las dimensiones del software Geogebra en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

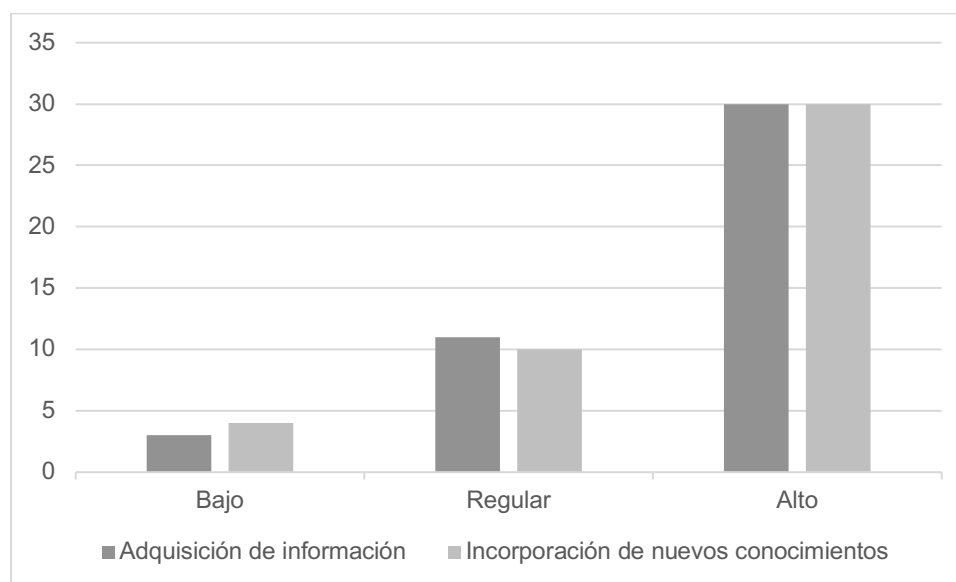


Fuente: Elaboración propia

En relación a las dimensiones del aprendizaje significativo se observó que la gran mayoría de escolares percibieron su aprendizaje como alto nivel en adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos ($n_{1,2}=30$; 68.2%), por otro lado, en el nivel bajo y regular hubo diferencias mínimas entre ambas dimensiones ($\Delta = 1$).

Figura 2

Análisis de barras agrupadas de las dimensiones del aprendizaje significativo Geogebra en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1, se observó que la interactividad e incorporación fueron las dimensiones que tuvieron menor puntuación promedio, en tanto, la totalidad de las puntuaciones de las variables se posicionaron con elevadas medias muestrales dispersas en aproximadamente 10 unidades; en relación a la normalidad univariada se evidenciaron índices de asimetría y curtosis dentro del rango aceptable para la variable Geogebra $[-0.657; -1,126]$ y aprendizaje significativo $[-.074; -1.280]$ (Scott y Long, 1993), el análisis bivariado de la normalidad reflejó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$), en consecuencia, los datos que serán sometidos al análisis correlacional se basaron en coeficientes no paramétricos robustos dado que no se adecuan a la distribución normal.

Tabla 1

Estadígrafos de las dimensiones de las variables en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

Dimensiones	<i>M</i>	<i>DE</i>	<i>g</i> ₁	<i>g</i> ₂	<i>S-W</i>
Interfaz	31.318	5.913	-0.657	0.033	.937***
Interactividad	23.864	5.325	-1.184	0.762	.874***
Geogebra	55.182	10.187	-1.126	1.056	.885***
Adquisición	30.705	6.997	-1.074	0.651	.896***
Incorporación	23.295	5.817	-1.400	1.166	.827***

Aprendizaje Significativo	54.000	11.826	-1.280	1.171	.876***
------------------------------	--------	--------	--------	-------	---------

Nota. *** coeficientes estadísticamente significativos ($p < .05$); g_1 : asimetría; g_2 : curtosis.

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 2, se identificó el análisis correlacional entre las variables de estudio a través del coeficiente Rho de Spearman con direcciones positivas y niveles moderados ($.50 < Rho < .70$) con excepción de la relación entre SAIT–GIZT, SAIT–AST y SINT–GIDT que tuvieron coeficientes bajos ($.30 < Rho < .50$), por otro lado, AST–SAIT y AST–SINT se relacionaron positiva y altamente ($.70 < Rho < .90$); en todos los casos se asume que mayor puntuación en la interfaz e interactividad se corresponderá con elevados niveles de percepción de adquisición de información e incorporación de conocimientos (Hinkle *et al.*, 2003). En relación a la magnitud de las relaciones se observó que todos los coeficientes de determinación fueron grandes ($R^2 > .50$) exceptuando SAIT–GIZT, AST–GIZT y SINT–GIDT con niveles medianos ($.30 < R^2 < .50$) (Domínguez–Lara, 2018)

Tabla 2

Matriz de correlaciones de las dimensiones de las variables en estudiantes del noveno año de Educación Básica de la Unidad Educativa Fiscal Yaruquí.

Variables	GIZT	GIDT	GT	SAIT	SINT	AST
1. GIZT	—					
2. GIDT	.491 (.241) [.205; .708]	—				
3. GT	.890 (.792) [.784; .940]	.807 (.651) [.651; .899]	—			
4. SAIT	.467 (.218) [.171; .680]	.515 (.265) [.222; .720]	.534 (.285) [.253; .744]	—		
5. SINT	.500 (.250) [.244; .705]	.430 (.185) [.112; .663]	.526 (.277) [.258; .735]	.604 (.365) [.313; .778]	—	
6. AST	.481 (.231) [.196; .695]	.516 (.266) [.232; .737]	.549 (.301) [.280; .749]	.944 (.891) [.888; .968]	.811 (.658) [.615; .913]	—

Nota. Se **resaltan** los coeficientes estadísticamente significativos ($p < .05$); entre paréntesis se identificaron los tamaños de efecto (R^2); en corchetes se detectaron los intervalos de confianza al 95% a través de sus límites inferiores y superiores, en ese orden; GIZT: interfaz; GIDT: Interactividad; GT: Geogebra; SAIT: adquisición de información; SINT: incorporación de conocimiento; AST: aprendizaje significativo.

Discusión

El presente estudio se sustentó sobre la base del análisis relacional entre las dimensiones del programa Geogebra y aprendizaje significativo para las matemáticas. Estudios previos han ratificado que el software mencionado se relaciona transversal (Ticlla, 2020) y causalmente (Añanca, 2022) con el aprendizaje significativo de contenidos matemáticos. Principalmente, el análisis correlacional desarrollado por Ticlla (2020) se posiciona como el antecedente de contraste más eficiente por sus similitudes metodológicas en materia de diseño de investigación, tamaño de muestra, grupo etario y procesamiento estadístico, en ese sentido, encontró que las variables se relacionan estadísticamente significativa con un impacto grande ($r=.751$; $R^2=.564$) por lo que elevadas puntuaciones en el software Geogebra incidirán en una creciente percepción de aprendizaje significativo en escolares de Perú.

La razón del contraste encuentra como tentativa explicativa en las características extra situacionales del modelo de aprendizaje significativo propuesto por Ausubel et al. (1983) y Ausubel (2002) que enfatiza el rol activo del estudiante frente a un entorno con numerosos estímulos interactivos que son facilitados por la estructura informativa precedente para la adquisición de una competencia específica, en este caso, matemática.

De esta manera, un entorno virtual o presencial que propicie la interactividad en un proceso educativo conducido desde el aprendizaje significativo se acoplará óptimamente en la estrategia didáctica de la enseñanza de contenidos matemáticos. De ahí que la relación entre los componentes de las dimensiones de aprendizaje significativo se relacione moderadamente con los indicadores de interactividad del software Geogebra ($r_1=.515$; $R^2_1=.265$; $r_2=.430$; $R^2_2=.185$).

Puntualmente, el escenario de inclusión de la tecnología digital para el planeamiento y ejecución de las estrategias de enseñanza posibilita recursos didácticos primordiales para el aprendizaje significativo tales como la promoción constante de interacciones entre los participantes de la secuencia didáctica, potencial motivacional derivado de la gestión oportuna de las interfaces del software, *feedback* inmediato y oportuno, facilidad para conectar y acoplar el conocimiento previo hacia el escenario de adquisición de información, y la organización automática del contenido curricular (Arriasseq & Santos, 2017). En consecuencia, los participantes mayoritariamente percibieron en niveles apropiados la interfaz e interconectividad del *software* Geogebra percibieron en igual afluencia altos niveles de adquisición de información e incorporación de nuevos conocimientos.

Conclusiones

Las conclusiones que se desprenden del análisis destacan que existe relación directa y moderada entre el *software* Geogebra y aprendizaje significativo para los contenidos matemáticos en estudiantes del noveno año de Educación General Básica (EGB) de la Unidad Educativa Fiscal “Yaruquí”.

Los hallazgos posicionan la funcionalidad del recurso digital Geogebra como elemento facilitador y mediador para la estimulación de contenidos matemáticos desde la perspectiva del aprendizaje significativo. Por lo tanto, los resultados en conjunto a la pericia profesional transdisciplinaria propician la integración de la aplicación informática en la secuencia didáctica de aprendizaje matemático, de esta manera, consolidar un diseño curricular óptimo y efectivo para la adquisición de competencias específicas. Por añadidura, posibilita su inclusión en conjunto a más evidencia ecuatoriana su inclusión en las políticas educativas del país.

Los límites subyacentes al presente estudio estriban en la necesidad de establecer un mayor tamaño de muestra para potenciar los coeficientes estadísticos inferenciales y disminuir la probabilidad de cometer errores tipo I, asimismo las dificultades en establecer una relación más condicional entre ambas variables debido a la naturaleza no experimental del diseño de investigación. Asimismo, proporcionar evidencias de elementos mediadores o moderadores en la transversalidad del análisis posicionaría una explicación integral de los hallazgos.

En razón de las limitaciones, se sugiere futuros estudios encaminados a la replicación de los hallazgos, desarrollar diseños muestrales probabilísticos para garantizar la representatividad de la muestra e incrementar el tamaño de muestra por defecto. En segundo lugar, comprobar la inferencia causal de la relación a través de la maximización de la varianza primaria, minimización de la varianza secundaria y control de los errores aleatorios en las condiciones experimentales. Por último, se sugiere consolidar protocolos y secuencias didácticas de aplicación del software Geogebra para su replicación en diferentes muestras en el mismo rango de edades.

Referencias Bibliográficas

- Alabdulaziz, M., Aldossary, S., Alyahya, S., & Althubiti, H. (2021). The effectiveness of the GeoGebra Programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathematics among secondary stage students. *Education and Information Technologies*, 26, 2685-2713. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10371-5>
- Alcequiez, K. (2021). Matemáticas y TIC: una estrategia innovadora para el desarrollo de competencias en el nivel secundario. Una revisión de literatura: Mathematics and ICT: an innovative strategy for the development of competences at the secondary level, a literature review. *Educación Superior*, (32), 101-113. <https://revistavipi.uapa.edu.do/index.php/edusup/article/view/268/248>
- Añanca, S. (2022). *Influencia del uso de Geogebra en el aprendizaje significativo de Matemáticas I en los estudiantes de la especialidad de Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Educación* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6677>
- Arriasecq, I., & Santos, G. (2017). Nuevas tecnologías de información como facilitadoras de aprendizaje significativo. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 1-13. <https://doi.org/10.24215/23468866e030>

- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* (2da edición). Paidós Ibérica.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
- Bakar, K., Ayub, A., & Mahmud, R. (agosto, 2015). *Effects of GeoGebra towards students' Mathematics performance* [Presentación de paper]. 2015 International Conference on Research and Education in Mathematics (ICREM7). Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.1109/ICREM.2015.7357049>
- Binti, N., Abdurrahman, M., Abdullah, A., Osman, S., Hamzah, M., & Fauzan, A. (2020). *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(3), 156-179. <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v15i03.9839>
- Bollen, K., & Long, J. (1993). *Testing structural equation models*. Sage Publications.
- Borraiz, Y. (2019). Desarrollo de las competencias matemáticas en ambientes virtuales de aprendizaje: una revisión documental. <https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/35551/Art%c3%adcul%20Yony%20Borraiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caballero, J., Salazar, J., & Panduro-Ramírez, J. (2021). Una revisión sistemática sobre el aprendizaje remoto de la matemática. *Espiraes revista multidisciplinaria de investigación científica*, 5(36), 63-83. https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez-2/publication/354525192_Una_revisi%u00f3n_sistem%u00e1tica_sobre_el_aprendizaje_remoto_de_la_matem%u00e1tica/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisi%u00f3n-sistem%u00e1tica-sobre-el-aprendizaje-remoto-de-la-matem%u00e1tica.pdf
- Damianus, S. (2019). Higher-order thinking ability among university students: How does culture-based contextual learning with Geogebra affect it?. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(3), 95-115.
- Domínguez-Lara, S. (2018). Magnitud del efecto, una guía rápida. *Educación Médica*, 19(4), 251-254. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2017.07.002>
- Feria, H., Matilla, M., & Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica?. *Didasc@lia: Didáctica y Educación ISSN 2224-2643*, 11(3), 62-79. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/992>
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodología de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hinkle, D., Wiersma, W., & Jurs, S. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences* (5ta edición). Houghton Mifflin Company.
- Holguín, G., Holguín, R., & García, N. (2020). Gamificación en la enseñanza de las matemáticas: una revisión sistemática. *Telos: revista de estudios interdisciplinarios en ciencias sociales*, 22(1), 62-75. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/3190/4446>

- Hulley, S., Cummings, S., Browner, W., Grady, D., & Newman, T. (2014). *Diseño de investigación clínica*. Lippincott Williams And Wilkins. Wolters Kluwer Health.
- Ishartono, N., Nurcahyo, A., Waluyo, M., Joko, H., & Hanifah, M. (2022). Integrating GeoGebra into the flipped learning approach to improve students' self-regulated learning during the covid-19 pandemic. *Journal on Mathematics Education*, 13(1), 69-86. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1336123.pdf>
- Llloca, A., & Quispe, M. (2017). *Software Geogebra en el Aprendizaje Significativo de las Funciones en Estudiantes del Cuarto Grado de la Institución Educativa José Antonio Encinas Franco Yaureccan - Churcampa* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1447>
- López, E. (1998). *Las historias de vida y la investigación biográfica. Fundamentos 23 y metodología*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Monjarás-Ávila, A., Bazán-Suárez, A., Pacheco-Martínez, Z., Rivera-Gonzaga, J., Zamarripa-Calderón, J., & Cuevas-Suárez, C. (2019). Diseños de investigación. *Educación y Salud: Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del estado de Hidalgo*, 8(15), 119-122. <https://doi.org/10.29057/icsa.v8i15.4908>
- Mora Saavedra, J. (2020). GeoGebra como herramienta de transformación educativa en Matemática. <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/123456789/1388/1/5%20Geogebra%20como%20herramienta.pdf>
- Muñante, M. F., Salazar, G. D. C., Rojas, K. M. & Flores, E. (2021). GeoGebra Software in Mathematical Skills of High School Students: Systematic Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(6), 4164-4172. <https://www.turcomat.org/index.php/turkbilmat/article/view/8386/6562>
- Pérez, J., Paira, D., Matos, F., Romero, M. & Quispe, R. (2022). *Revisión de la literatura del uso de GeoGebra y su relación con el aprendizaje en el período 2012-2021*. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16435/Geogebra_aprendizaje_Perez_Paira_Matos_Romero_Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pumacallhui, E., Acuña, C., & Calcina, D. (2021). Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios. *Educación matemática*, 33(2), 245-273. <https://doi.org/10.24844/em3302.10>
- Reyes, A. (2021). Matemáticas y TIC: una estrategia innovadora para el desarrollo de competencias en el nivel secundario. Una revisión de literatura. *Educación Superior*, 1(32), 101-113. <https://revistavipi.uapa.edu.do/index.php/edusup/article/view/268/248>
- Romero, J., Romero, J., Reyes, R., Barboza, L., & Romero, R. (2022). Uso del Geogebra como estrategia de aprendizaje significativo en el estudio de las gráficas y transformaciones de funciones. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 11(1), 1-19. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13345>
- Ruiz, J., Agustín, J., Panduro, Ramírez, J. (2021). Una revisión sistemática sobre el aprendizaje remoto de la matemática. *Espirales. Revista Multidisciplinaria de investigación científica*, 5(37), 63-83. <https://www.researchgate.net/profile/Jeidy-Panduro-Ramirez->

[2/publication/354525192_Una_revisi3n_sistem3tica_sobre_el_aprendizaje_remoto_de_la_mate
matica/links/614a41ec519a1a381f75dd1a/Una-revisi3n-sistem3tica-sobre-el-aprendizaje-
remoto-de-la-matem3tica.pdf](https://doi.org/10.24018/2344-4529.2022.1.1.1)

- Soledispa-Castro, Y. S. (2022). GeoGebra y el rendimiento acad3mico de los estudiantes en matem3ticas: un an3lisis sistem3tico de la literatura. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN-ISSN: 2697-3456*, 6(11), Ed. esp), 159-175. <http://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/245/419>
- Soto, C., Soto, M., y Vergaray, J. (2022). La educaci3n virtual en el aprendizaje de la matem3tica durante la covid-19. Revisi3n te3rica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS-ISSN 2806-5794.*, 4(2), 158-174. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/82/138>
- Tamayo, E. (2013). Implicancias did3cticas de Geogebra sobre el aprendizaje significativo de los tipos de funciones en estudiantes de secundaria. *Apertura*, 5(2), 58-69. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68830444006.pdf>
- Ticlla, D. (2020). *Software matem3tico GeoGebra y su relaci3n con el aprendizaje significativo de los estudiantes del quinto grado de educaci3n secundaria de la I.E. Roosevelt College - Nueva Cajamarca, 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Cat3lica Sedes Sapientae]. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/885>
- Valverde, S., Hurtado, A., Carpio, M., S3nchez, P., Mucha, H., & Vega, V. (2022). Aprendizaje significativo en el contexto de la pandemia. Una revisi3n sistem3tica. *Horizontes. Revista de Investigaci3n en Ciencias de la Educaci3n*, 6(23), 458-465. <https://revistahorizontes.org/index.php/revistahorizontes/article/view/485/944>
- Victores, P., Ochoa, C y Miller, Z. (2021). Aprendizaje significativo mediante las TIC: Revisi3n bibliogr3fica. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Inform3ticas*, 14(11), 135-144. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/978/839>
- Weinhandl, R., Lavicza, Z., Hohenwarter, M. & Schallert, S. (2020). Enhancing flipped mathematics education by utilising GeoGebra. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(1), 1-15. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1240531.pdf>
- Yohannes, A., & Chen, H. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Zengin, Y., & Tatar, E. (2017). Integrating Dynamic Mathematics Software into Cooperative Learning Environments in Mathematics. *Educational Technology & Society*, 20(2), 74-88.
- Zilinskiene, I., & Demirbilek, M. (2015). Use of geogebra in primary math education in Lithuania: An exploratory study from teachers' perspective. *Informatics in Education*, 14(1), 129-144. <http://dx.doi.org/10.15388/infedu.2015.08>