



# Competencias del tutor para la enseñanza virtual de las ecuaciones diferenciales para ingenieros en formación<sup>1</sup>

## Tutor competencies in the virtual teaching of differential equations for trainee engineers

NIDIA DANIGZA LUGO LÓPEZ<sup>2</sup>

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*  
*nidia.lugo@unad.edu.co*

<https://orcid.org/0000-0002-9096-5767>

DAYANA ALEJANDRA BARRERA BUITRAGO

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*  
*dayana.barrera@unad.edu.co*

<https://orcid.org/0000-0001-8867-9705>

JHOAN SEBASTIAN BAEZ ACEVEDO

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*  
*jhoan.baez@unad.edu.co*

<https://orcid.org/0000-0002-2227-7532>

DANIEL FRANCISCO BUSTOS RIOS

*Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia*  
*daniel.bustos@unad.edu.co*

<https://orcid.org/0000-0002-4742-8755>

### Resumen:

El crecimiento de la educación virtual y a distancia, impulsado por el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, ha destacado la importancia de las competencias del tutor en este contexto. Este estudio se enfoca en las competen-

### Abstract:

The growth of virtual and distance education, driven by Information and Communication Technologies, has highlighted the significance of tutor competencies in this context. This study focuses on the competencies required to facilitate the learning of

### 1 Como referenciar este artículo (How to reference this article):

Lugo López, N. D., Barrera Buitrago, D. A., Baez Acevedo, J. S., y Bustos Rios, D. F. (2024). Competencias del Tutor para la Enseñanza Virtual de las Ecuaciones Diferenciales para Ingenieros en Formación. *Educatio Siglo XXI*, 42(2), 9-32.  
<https://doi.org/10.6018/educatio.578191>

### 2 Dirección para correspondencia (Correspondence address):

Nidia D. Lugo López, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Calle 14 Sur # 14 – 23, Bogotá (Colombia)

cias necesarias para facilitar el aprendizaje de ecuaciones diferenciales en encuentros sincrónicos, como los realizados por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Se aplicó un cuestionario a estudiantes que evaluaron las webconferencias en una escala del 1 al 5, junto con una pregunta abierta para justificar su calificación. Utilizando un enfoque cualitativo, se empleó la teoría fundamentada para el análisis de datos, identificando dos códigos axiales que se agruparon en la categoría nuclear: "Recursos tecnológicos y humanos para facilitar el aprendizaje de ecuaciones diferenciales en webconferencias". Los resultados resaltan la importancia de que los tutores posean profundo conocimiento del tema, experiencia en el curso, habilidades tecnológicas y una preparación previa adecuada. Este estudio subraya la relevancia de las competencias del tutor en la enseñanza virtual de ecuaciones diferenciales para ingenieros en formación, proporcionando insights para mejorar la calidad de la educación a distancia.

**Palabras clave:**

Docencia; Enseñanza de las Matemáticas; Educación a distancia.

differential equations in synchronous sessions, as conducted by the National Open and Distance University. A questionnaire was administered to students who rated web conferences on a scale of 1 to 5, accompanied by an open-ended question justifying their rating. Using a qualitative approach, grounded theory was employed for data analysis, identifying two axial codes grouped under the nuclear category: "Technological and Human Resources for Facilitating the Learning of Differential Equations in Web Conferences." The results emphasize the fact that tutors should have in-depth knowledge of the subject, course experience, technological skills, and adequate prior preparation. This study highlights the relevance of tutor competencies in the virtual teaching of differential equations for engineering students, providing insights to enhance the quality of distance education.

**Key words:**

Teaching; Mathematics Education; Distance Learning.

**Résumé :**

L'utilisation des technologies de l'information et de la communication dans l'éducation a entraîné une augmentation des programmes d'enseignement virtuel et/ou à distance. La croissance de l'éducation virtuelle et à distance, stimulée par l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication, a souligné l'importance des compétences du tuteur dans ce contexte. Cette étude se concentre sur les compétences nécessaires pour faciliter l'apprentissage des équations différentielles lors de sessions synchrones, telles que celles organisées par l'Université nationale ouverte et à distance. Un questionnaire a été administré aux étudiants qui ont évalué les webconférences sur une échelle de 1 à 5, accompagné d'une question ouverte justifiant leur évaluation. En utilisant une approche qualitative, la théorie ancrée a été employée pour l'analyse des données, identifiant deux codes axiaux regroupés sous la catégorie nucléaire : "Ressources technologiques et humaines pour faciliter l'apprentissage des équations différentielles lors des webconférences". Les résultats soulignent l'importance pour les tuteurs de posséder une connaissance approfondie du sujet, une expérience du cours, des compétences technologiques et une préparation préalable adéquate. Cette étude met en lumière la pertinence des compétences du tuteur dans l'enseignement virtuel des équations différentielles pour les étudiants en ingénierie, fournissant des perspectives pour améliorer la qualité de l'enseignement à distance.

**Mots clés:**

Enseignement ; Enseignement des mathématiques ; Enseignement à distance.

Fecha de recepción : 18-07-2023

Fecha de aceptación : 24-04-2024

## Introducción

La rápida evolución de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ha transformado significativamente las formas de interacción social en la sociedad contemporánea. Este avance constante ha integrado las TIC de manera cada vez más influyente en la vida diaria de las personas, satisfaciendo diversas necesidades fundamentales. Esta transformación ha influido considerablemente en la adaptabilidad y receptividad de los estudiantes hacia nuevas prácticas y metodologías respaldadas por las TIC, dando lugar a un notorio crecimiento en la educación a distancia y en línea.

En este contexto, el acceso a la educación virtual ha experimentado un incremento significativo, especialmente en países en desarrollo. Esta modalidad educativa ofrece la posibilidad de llegar a áreas remotas, que de otra manera serían difíciles de alcanzar mediante instituciones educativas presenciales. Este fenómeno se atribuye a la disponibilidad de conexión a Internet o a la capacidad de trasladarse a lugares con acceso, superando las restricciones geográficas asociadas a las universidades convencionales, ubicadas en centros urbanos.

La educación a distancia ha generado diversas áreas de investigación, particularmente en disciplinas como las ciencias exactas, donde se presentan desafíos significativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a la complejidad y abstracción inherentes a estas materias. En este escenario se presenta este estudio con el propósito de sistematizar y comprender las competencias necesarias para que un tutor virtual facilite y promueva el aprendizaje de ecuaciones diferenciales en un curso de pregrado dirigido a ingenieros, impartido en los programas de ingeniería de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).

En este contexto, la presente investigación se articula con el estado de la cuestión al abordar la creciente relevancia de la educación a distancia y su impacto en la enseñanza de disciplinas complejas como las ecuaciones diferenciales. La problematización concreta se centra en identificar las competencias específicas que los tutores virtuales deben poseer para mejorar el aprendizaje en un entorno educativo a distancia. Asimismo, se contextualiza la investigación en el marco de la UNAD, destacando su papel como pionera en la educación virtual en Colombia y su alcance en diversas regiones del país.

## **Modelo Pedagógico del curso y webconferencias**

La UNAD se distingue como una institución de educación superior a distancia en Colombia, con un modelo pedagógico fundamentado en el aprendizaje autónomo, colaborativo y significativo. El aprendizaje autónomo es esencial en la filosofía educativa de la UNAD, confía en que el estudiante asuma la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje, implicando la habilidad de planificar, ejecutar y evaluar su desarrollo académico. La institución provee recursos, herramientas y estrategias que fomentan la capacidad del estudiante para aprender de manera independiente.

El aprendizaje colaborativo en la UNAD promueve el trabajo en equipo y el intercambio constructivo de ideas. Esto implica que los estudiantes deben desarrollar habilidades para colaborar, escuchar y respetar las perspectivas de los demás, contribuir con su conocimiento a la solución de conflictos de manera constructiva. Además, la universidad enfatiza el aprendizaje significativo, instando a los estudiantes a relacionar los nuevos conocimientos con sus experiencias previas y aplicarlos en situaciones prácticas. La UNAD crea entornos de aprendizaje relevantes y significativos, apoyados por herramientas y espacios virtuales que facilitan la comprensión. En el marco de su modelo pedagógico, implementa métodos de interacción sincrónica y asincrónica, destacando las webconferencias como instancias sincrónicas. Estas sesiones abarcan la introducción al tema, revisión de contenidos anteriores, desarrollo del tema con ejemplos y ejercicios, interacción en tiempo real con estudiantes, resumen y asignación de tareas.

El curso de Ecuaciones Diferenciales de la UNAD se realiza completamente en línea, utilizando plataformas virtuales con diversos recursos (webconferencias, material didáctico, videos explicativos, ejercicios interactivos, foros de discusión y sesiones de tutorías virtuales). La evaluación del curso se lleva a cabo mediante trabajos, proyectos y exámenes en línea, alineados con el contenido del curso.

El propósito fundamental del curso es cultivar en los estudiantes las habilidades y competencias necesarias para comprender, resolver y aplicar ecuaciones diferenciales en diversas disciplinas de la ciencia y la ingeniería.

El contenido del curso incluye los siguientes temas:

- Introducción a las ecuaciones diferenciales: definición, clasificación y tipos de ecuaciones diferenciales.
- Ecuaciones diferenciales de primer orden: métodos analíticos y numéricos para resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, incluyendo las ecuaciones separables, lineales y exactas.
- Ecuaciones diferenciales de segundo orden: solución de ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden mediante métodos analíticos y numéricos, incluyendo las ecuaciones lineales homogéneas y no homogéneas.
- Sistemas de ecuaciones diferenciales: resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales y no lineales.
- Aplicaciones de las ecuaciones diferenciales: modelos matemáticos en diversas áreas como ciencias, economía, ingeniería, etc.

## **Docente en virtualidad y sus diferencias con la presencialidad**

Actualmente, la enseñanza universitaria en modalidad virtual se ha vuelto una opción cada vez más popular por la comodidad y flexibilidad de los estudiantes. No obstante, su éxito depende de condiciones particulares como el constante acompañamiento de los tutores, la autonomía del estudiante, la comunicación regular entre tutor y estudiante (Sáez-López et al., 2014) y la actualización constante del profesorado para integrar las nuevas tecnologías de manera efectiva (Barrera-Mora y Reyes-Rodríguez, 2018; Bullón, 2020). La implementación de la educación virtual sin estas condiciones puede presentar dificultades.

Especialmente, en la enseñanza de matemáticas, la modalidad virtual enfrenta desafíos adicionales. Muchos estudiantes pueden hallar complicado comprender y aplicar conceptos matemáticos sin la interacción directa con el profesor y sus compañeros. Por lo tanto, es crucial adoptar enfoques eficaces para enseñar matemáticas de manera virtual, utilizando recursos multimedia y ejemplos prácticos que facilitan la comprensión y aplicación de los conceptos (Grammens et al., 2022).

Varios investigadores atienden la enseñanza virtual en matemáticas universitarias. Allen y Seaman (2017) exploran las diferencias entre cursos en línea y presenciales, analizando las razones por las cuales los estudiantes optan por la educación a distancia. Ayala (2020) destaca

pros y contras de la enseñanza sincrónica y asincrónica en línea, proporcionando pautas para líderes académicos que buscan implementar programas de educación en línea. Por otra parte, el trabajo O'Brien (2021) describe cómo un profesor de matemáticas utiliza una combinación de enseñanza sincrónica y asincrónica para impartir un curso híbrido, concluyendo que este modelo es flexible y rentable. Mientras que Zhang et al. (2004) examinan la efectividad de la educación en línea en comparación con la presencial, concluyendo que la educación en línea puede ser tan efectiva, como la presencial, si se aplican las mejores prácticas.

En cuanto a la enseñanza virtual de las matemáticas, en Mendoza et al. (2019) investigan el rol del tutor en el programa de ciencias tecnológicas en modalidad virtual, destacando el uso de didácticas específicas y evaluaciones propias del modelo virtual. En el trabajo de Jaar (2021) revisa investigaciones sobre entornos virtuales de aprendizaje en matemáticas, resaltando la eficacia de las TIC para facilitar aprendizajes significativos.

El uso de foros en universidades con modelos a distancia es un factor relevante, como indica Juárez-Ramírez et al. (2020) que analizan la experiencia de estudiantes de ingeniería que utilizan foros virtuales, resaltando la influencia de los foros en las mejoras de los trabajos, resultados similares son obtenidos por Barrera y Lugo-López (2019). La percepción de los estudiantes sobre el rol docente en la virtualidad es esencial. Carrasco et al. (2021) exploran las experiencias de estudiantes universitarios en escenarios de enseñanza en línea y enseñanza remota de emergencia, concluyendo que las medias fueron mayores en el escenario de enseñanza en línea. Además, Sgreccia et al. (2019) analizan las cualidades de docentes de matemáticas recordados como buenos profesores, comparándolos con rasgos de "buenos docentes" en general.

En Olivo-Franco y Corrales (2019) se exploran teorías que sustentan entornos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de matemáticas, subrayando la urgente necesidad de replantear la praxis docente. Mientras que Guerrero et al. (2021) presentan experiencias de estudiantes y docentes en un modelo de aprendizaje remoto, destacando la importancia de las TIC. Todo esto junto, permite concluir que la enseñanza virtual en matemáticas implica desafíos únicos que requieren enfoques pedagógicos y tecnológicos efectivos. Además, la percepción de los estudiantes y la adaptabilidad de los docentes son aspectos críticos para el éxito de esta modalidad educativa.

## Marco empírico

### Enfoque y objetivos

En este contexto, surge el presente estudio como respuesta a la necesidad de sistematizar y comprender las competencias que debe poseer un tutor virtual para facilitar o promover el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales en un curso de pregrado dirigido a ingenieros, impartido en los programas de ingeniería de la UNAD. Esta universidad es una institución pública de educación superior en Colombia con modalidad a distancia, actualmente cuenta con reconocimiento de alta calidad otorgado por el Ministerio de Educación Nacional, con sedes en ocho zonas del país (ver Figura 1).

Esta investigación se enmarca bajo el paradigma metodológico cualitativo y se guía por el diseño propuesto por la teoría fundamentada. Los objetivos del estudio son los siguientes:

1. Determinar las competencias que debe poseer un tutor virtual para facilitar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales.
2. Resumir las herramientas tecnológicas y logísticas necesarias para el desarrollo adecuado de una webconferencia.

Estos objetivos se plantean para abordar de manera integral las necesidades identificadas en el ámbito de la educación virtual, específicamente en la enseñanza de las ecuaciones diferenciales en el entorno de la UNAD.

### Población y muestra

Al estudiar las competencias del docente de matemáticas específicamente del curso de Ecuaciones Diferenciales (ED) en la virtualidad, la investigación se desarrolla en la UNAD, durante el periodo académico 16-01 del año 2022, que abarcaba las primeras 16 semanas desde febrero hasta junio. La designación 16-01 identificaba su duración y posición en el ciclo anual, siendo uno de los cinco periodos del año. En 1919 estudiantes distribuidos en todo Colombia (ver Figura 1) guiados por 11 tutores. Es importante describir las generalidades del perfil del alumnado, centrando la atención en las características demográficas, contextos socioeconómicos y tecnológicos.

La naturaleza diversa de la población estudiantil y la especificidad de la educación a distancia requieren del estudiante un rol protagónico en su formación. Según Leal-Afanador (2021), el alumno debe “ser un sujeto activo, una persona formada hacia el liderazgo y la conciencia social, crítica y constructiva, con capacidad de autodeterminación, autocontrol y autogestión en su proceso de aprendizaje” (p.74). Por lo que se debe fomentar el autoaprendizaje a lo largo de curso como una herramienta crucial.

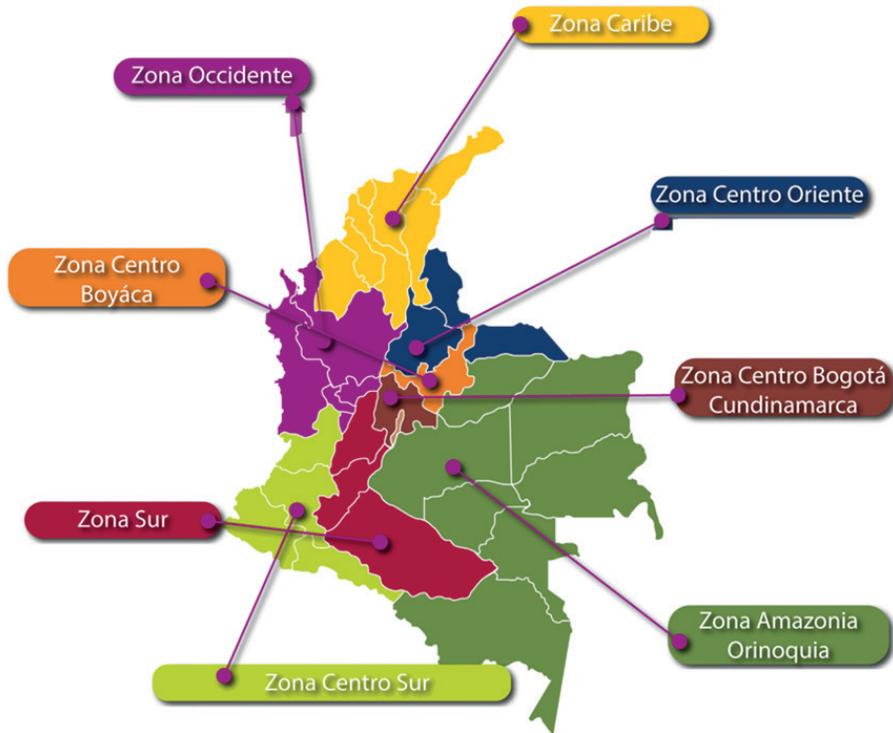
Durante el desarrollo del curso, se llevaron a cabo once webconferencias y se solicitó a los estudiantes su percepción mediante un formulario en Google. Este formulario constaba de una pregunta cerrada donde asignaban una calificación del 1 al 5 y otra abierta donde justificaban dicha puntuación. Aunque se inscribieron 1919 estudiantes, 1783 completaron el formulario. Utilizando la teoría fundamentada presentada en la sección 3, se categorizaron las respuestas, centrándose en las competencias docentes y en la logística de los encuentros.

En esta investigación, se contó específicamente con estudiantes del curso de Ecuaciones Diferenciales, con 1919 inscritos distribuidos por todo el territorio nacional y agrupados por zonas. El porcentaje más alto, un 27,5% (527 estudiantes), corresponde a la Zona Centro Bogotá Cundinamarca, seguido por la Zona Centro Sur con un 12,9% (248 estudiantes), la Zona Caribe con un 12,5% (240 estudiantes), la Zona Sur con un 12,5% (240 estudiantes), la Zona Centro Boyacá con un 11,2% (215 estudiantes), la Zona Occidente con un 8,9% (171 estudiantes), y la Zona Amazonia Orinoquia con un 7,4% (142 estudiantes) (ver figura 1).

La participación de los estudiantes en las webconferencias no fue equitativa en todas las regiones; por ejemplo, en las zonas Amazonia – Orinoquia y Occidente, menos del 8% asistió normalmente a las webconferencias, y alrededor del 60% de los estudiantes entregó las actividades. Esta disminución en la participación en estos espacios sincrónicos y la entrega de actividades concuerda con regiones de bajo desarrollo económico, rurales o remotas del país con recursos tecnológicos limitados (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, [DANE], 2024).

### Figura 1

Ubicación de las zonas de la UNAD (UNAD,2023)



### Instrumento

Se empleó un cuestionario como herramienta de investigación, compuesto por dos partes: una pregunta cerrada y otra abierta. En la primera parte, se solicitó a los participantes de la webconferencia que calificaran su experiencia en una escala del 1 al 5, donde 1 representaba la valoración más baja y 5 la más alta, centrándose en el desarrollo general de la sesión. La pregunta abierta buscó profundizar en las percepciones de los estudiantes sobre las webconferencias del curso de Ecuaciones Diferenciales (ED). Se focalizó especialmente en aspectos como la actitud del docente, el uso de herramientas pedagógicas y otros elementos cruciales del aprendizaje en línea.

Esta metodología permitió desentrañar las competencias del tutor desde la perspectiva de los estudiantes, brindándoles la oportunidad

de expresar detalladamente sus opiniones, críticas y sugerencias. Las respuestas obtenidas, a través de esta pregunta abierta, resultaron fundamentales para comprender de manera integral cómo las dinámicas del curso y las estrategias de enseñanza afectan el proceso de aprendizaje, fomentando así la mejora continua de las prácticas educativas en entornos digitales.

El cuestionario se compartió a través del chat en cada una de las webconferencias programadas a lo largo del periodo académico. Se realizaron nueve sesiones que abordaron los temas generales del curso, detallados en la Tabla 1. Dichas sesiones, impartidas por los tutores, tuvieron una duración promedio de noventa minutos. Se recopiló información de todas las sesiones, y en la Tabla 1 se presenta, además, un resumen de la asistencia registrada en cada encuentro.

**Tabla 1**

*Temáticas de las webconferencias y asistencia*

| Temáticas Webconferencia   | Número de Asistentes |
|--|----------------------|
| Unidad 1 - ED Variables Separables y ED Homogéneas de Primer Orden | 360                  |
| Unidad 1 - ED Exactas y el Factor integrante                       | 220                  |
| Unidad 1 – ED primer orden aplicaciones                            | 106                  |
| Unidad 2 - ED Homogéneas y No Homogéneas Orden Superior            | 160                  |
| Unidad 2 - ED Cauchy - Euler                                       | 143                  |
| Unidad 2 – ED superior orden superior aplicaciones                 | 171                  |
| Unidad 3 – ED solución con Series de potencias                     | 151                  |
| Unidad 3 – Transformada de Laplace                                 | 105                  |

## **Análisis de datos**

Una vez se recolectaron los datos de los formularios de las webconferencias de todo el periodo académico, se procedió a realizar el análisis a través de la teoría fundamentada, cuya motivación principal es construir modelos explicativos de procesos sociales en el contexto particular en donde estos se gestan. Para el análisis se empleó la estrategia propuesta por Palop (2015), quien propone una forma de abordar este diseño desde NVIVO respetando la estructura general del mismo. A continuación, se describe el proceso:

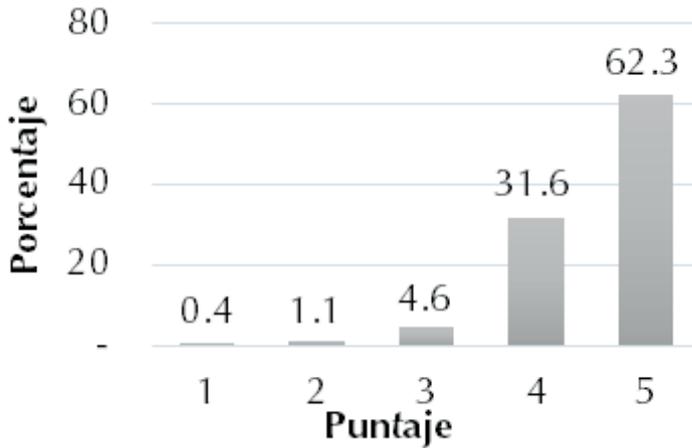
- *Codificación*: inicialmente, se exploraron los datos en busca de palabras o frases relacionadas, las cuales se agruparon en códigos. Estos códigos pueden contener conceptos, ideas o definiciones. Tanto el análisis de frecuencias, como la nube de palabras, se utilizó como paso inicial para identificar posibles patrones y temas emergentes que merecían una exploración más profunda.
- *Codificación Axial*: una vez completado el proceso de codificación, se procedió a reagrupar estos códigos iniciales en asociaciones más amplias. El criterio utilizado para esta tarea fue conectar códigos que abordaran aspectos similares con otros términos. Estas nuevas agrupaciones se denominan categorías.
- *Categoría Nuclear*: esta categoría es global y se aplica a todas las categorías. Se menciona constantemente en ellas y es el eje central de la investigación. Para su deducción adecuada, se consideraron todas las narrativas proporcionadas y su contexto.
- *Formulación de la Teoría*: finalmente, con la ayuda de los pasos anteriores, se formuló una teoría que diera cuenta de lo investigado. Esta teoría puede ir acompañada de un esquema gráfico general que ilustre los hallazgos y relaciones identificadas a lo largo del análisis.

## Resultados

Como se ha señalado previamente, el primer interrogante del formulario era de naturaleza cerrada y se centraba en la evaluación que los estudiantes otorgaban al desarrollo de las sesiones sincrónicas. Como se ilustra en la figura 2, la gran mayoría de los estudiantes (más del 90%) clasificó las webconferencias como excelentes o buenas, otorgándoles una puntuación de 5 o 4. Este alto porcentaje sugiere que los participantes se sintieron satisfechos con esta herramienta educativa.

**Figura 2**

*Valoración de los estudiantes a las webconferencias*



La segunda pregunta, de naturaleza abierta, indagaba sobre las percepciones de los estudiantes respecto a este recurso y su aporte al proceso de aprendizaje. Según la teoría fundamentada, se analizaron estas contribuciones. Para llevar a cabo dicho análisis, se empleó la aproximación a la teoría fundamentada descrita en la sección de la metodología. El proceso comenzó por identificar los temas o códigos generales que se abordaron en las narrativas de los 1416 de los asistentes que respondieron el cuestionario durante las nueve webconferencias realizadas por la red de curso.

Para lograrlo, se utilizó la herramienta de consulta de frecuencia de palabras de NVIVO que, como resultado proporciona la nube de palabras (ver figura 3). En esta, se observan palabras como “ejercicios”, “tutor”, “claro” y “dudas”, concluyendo que una webconferencia es una buena herramienta cuando se aclaran dudas de los ejercicios propuestos. En esta misma dirección, aspectos relacionados con la preparación de la clase, el orden y las herramientas digitales también pueden observarse en la nube, aunque aparecen bastante distanciados en cuanto a su frecuencia (el tamaño de las letras).



Se llevan a cabo procesos similares con las palabras lento, rápido, despacio y ritmo, las cuales se pueden agrupar en la categoría emergente *ritmo de la explicación del tutor*. Siguiendo la misma estrategia, se exploran otros conjuntos de vocablos que se detallan en la tabla 2, agrupándolos en conjuntos específicos y asignándoles una categoría.

**Tabla 2**

*Lista de conjuntos de vocablos agrupados en categorías*

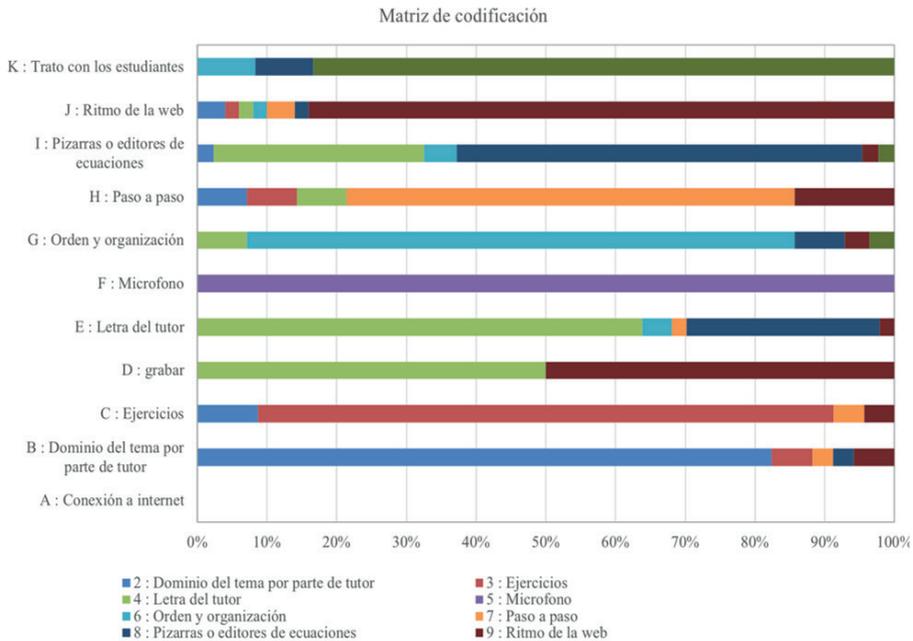
| Codificación axial                  | Palabras que incluye  | Descripción   |
|-------------------------------------|---|---|
| Conexión a Internet                 | Conexión, Internet, audio entre cortado   | Establece una relación entre diferentes eventos que se pueden presentar debido a una mala conexión a la red por parte de tutor y/o estudiante. Elemento logístico de la web conferencia |
| Dominio del tema por parte de tutor | Dominio, clara la explicación, concreta, precisa y concisa                            | Los estudiantes emplean estas palabras para referirse a que el tutor tiene un dominio claro del tema, conocimiento del tema   |
| Ejercicios similares a las guías    | Ejercicios similares, asignados y propuestos  | Los participantes de la web señalan la importancia que tiene para ellos la explicación de ejercicios similares a los propuestos en las guías  |
| Grabar                              | Grabar y vídeo para ver después   | Resaltan la importancia de grabar para poder verla posteriormente   |
| Caligrafía del tutor                | Letra, escritura y escribe  | Los encuestados lo señalan como un elemento de suma importancia para que la explicación sea clara y dinámica  |
| Micrófono                           | Micrófonos abiertos   | Elemento logístico de la web conferencia  |
| Orden y organización                | Orden y organización  | Mejora la comprensión de los ejercicios y muestra dominio del tema  |
| Paso a paso                         | Ejercicios paso a paso y procedimiento completo                                       | Explicación de los ejercicios paso a paso   |
| Pizarras o editores de ecuaciones   | Word, editor de ecuaciones, pizarra, tablero, herramienta para escribir, presentación | Hace referencias al uso de pizarras electrónicas u otros dispositivos empleados por el tutor para escribir y/o explicar los ejercicios  |

| Codificación axial                                       | Palabras de incluye  | Descripción  |
|--|--|--|
| Ritmo al que el tutor explica las temáticas de las guías | Ritmo, rápido, lento y despacio  | Hace referencia al tiempo que se toman para hacer las explicaciones      |
| Trato con los estudiantes                                | Atento, pausado, disposición para explicar, paciencia, comprensivo y agradable | Adjetivos reiterados empleados por los estudiantes para hablar de la web |

Tras los resultados de la codificación axial, se agruparon en estructuras más amplias, el segundo paso de la teoría fundamentada. Para ello, se utilizaron los resultados de la matriz de codificación (ver figura 5) y de la tabla 2. Como resultado tenemos tres categorías generales:

- Competencias Pedagógicas y Sociales del Tutor: un tutor efectivo debe poseer un conocimiento profundo de las ecuaciones diferenciales y una comprensión clara de la estructura del curso. Esto le permite desarrollar explicaciones detalladas y paso a paso, cruciales para la comprensión de los estudiantes en un entorno virtual. Además, la capacidad del tutor para abordar las consultas de los estudiantes con paciencia y claridad, así como para fomentar un ambiente de aprendizaje agradable y comprensivo, es fundamental para el éxito de la webconferencia.
- Adaptabilidad Pedagógica de Contenidos: los tutores deben adaptar el contenido de las ecuaciones diferenciales a formatos apropiados para la enseñanza virtual. Esto implica el uso de ejemplos prácticos y aplicaciones que conecten con los estudiantes y refuercen la teoría mediante la práctica. Se busca un equilibrio entre la teoría matemática y su aplicabilidad práctica en la ingeniería, haciéndola relevante y significativa para los estudiantes.
- Dominio Tecnológico y Logístico: el tutor debe demostrar competencia en el uso de herramientas tecnológicas como pizarras digitales, editores de ecuaciones y software de presentación. Estas herramientas facilitan una explicación clara y visualmente accesible de los procesos matemáticos. Además, la organización previa de la clase, que incluye la estabilidad de la conexión a Internet, la claridad del audio y la grabación de la sesión para la consulta asincrónica, son igualmente vitales.

**Figura 5**  
Matriz de codificación



Las mencionadas se sitúan dentro de una categoría nuclear: recursos tecnológicos y humanos a tener en cuenta para fomentar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales en las webconferencias, tal como se detalla en la tabla 3. Esta clasificación no ignora las interconexiones entre las categorías principales y las subcategorías; el modelo definitivo se presenta en la figura 6, donde las relaciones se destacan mediante líneas de distintos grosores, siendo las más gruesas las más representativas.

**Tabla 3**  
*Lista de categoría nuclear y principales*

| Categoría nuclear   | Categorías principales                        | Subcategorías   | Descripción  |  |
|---|---|---|--|--|
| <i>Recursos tecnológicos y humanos a tener en cuenta para propiciar el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales en las webconferencias</i> | Competencias Pedagógicas y Sociales del Tutor | Dirigen la clase  | Unifica los códigos: ritmo de la clase y paso a paso |  |
|   |   | Manejo de tablero                                       | Unifica los códigos: letra de tutor y orden          |  |
|   |   | Trato con los estudiantes                               |  |  |
|   | Adaptabilidad Pedagógica de Contenidos        | Conocimiento de la temática                             | Unifica los códigos: dominio y ejercicios            |  |
|   |   | Adecuación de los contenidos a la educación a distancia |  |  |
|   | Dominio Tecnológico y Logístico               | Acompañamiento logístico                                |  |  |
|   |   | Conexión a Internet                                     |  |  |
|   |   | Grabar  |  |  |
|   |   | Pizarras o editores de ecuaciones                       |  |  |

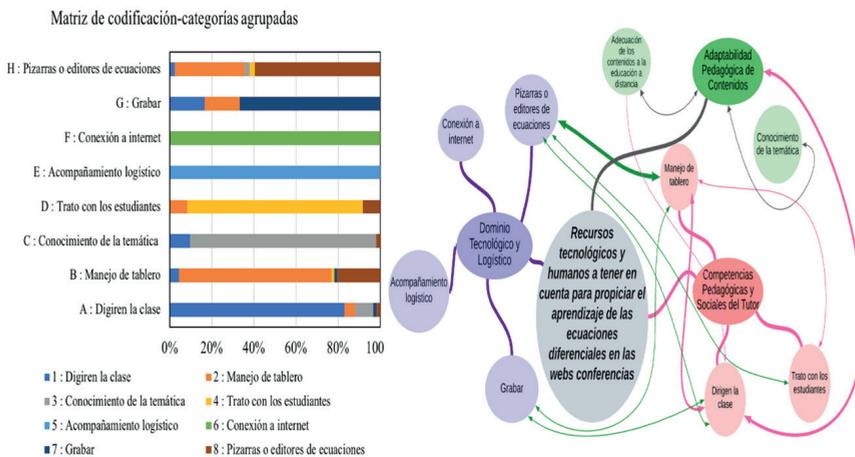
## Discusión

Los resultados de la presente investigación destacan tres aspectos cruciales que los estudiantes consideran fundamentales para el aprendizaje efectivo de las ecuaciones diferenciales mediante webconferencias. En primer lugar, el perfil del docente-tutor se posiciona como un pilar central, delineando un perfil general del docente en el ámbito virtual en relación con las competencias esenciales. Se señala como indispensable que los tutores posean un conocimiento profundo de la materia que imparten, así como habilidades sociales que faciliten su labor. Este elemento se revela como crucial tanto en entornos virtuales como presenciales, según lo destacado por Apaza (2022), Basantes-Andrade et al. (2020), Moreno-Correa (2020), Olabe y Parco (2020).

Además, se destaca la importancia de dirigir las clases de manera pausada y dinámica, con un enfoque en el desarrollo paso a paso y tiem-

po suficiente para preguntas, reflejando prácticas efectivas tanto en línea como en entornos presenciales, tal como resaltan Sgreccia et al. (2019) y Basantes-Andrade et al. (2020). Los autores mencionados también enfatizan la importancia del conocimiento profundo del tema a impartir y en el caso de la educación virtual, esta competencia cobra aún más fuerza, ya que es esencial que los estudiantes adapten el contenido al modelo de la UNAD y a la educación virtual o a distancia.

**Figura 6**  
*Matriz de codificación y categorías agrupadas*



La categoría de “manejo del tablero”, originalmente situada dentro de la categoría de “conocimiento de la temática” o “competencia académica” según Sgrecci et al. (2019), fue diferenciada en este estudio. Esto se debió a que las participaciones de los estudiantes resaltan la importancia vital de que los tutores sean organizados, claros y utilicen una letra legible. Esto es aún más crucial, considerando que, aunque los alumnos intervienen a través del micrófono, deben solicitar la palabra y obtener la autorización del tutor de apoyo antes de participar. Esto genera un retraso entre su intervención y la explicación, lo que dificulta la resolución de dificultades derivadas del desorden o la caligrafía. Este evento adquiere mayor relevancia si se tiene en cuenta que un porcentaje de la población del curso visualiza la grabación, dado que en la modalidad a distancia no se exige asistencia obligatoria (Sadiku et al., 2016). Por

Lo tanto, es fundamental que este recurso impacte positivamente en el aprendizaje y, para ello, es necesario cuidar el manejo del tablero, ya que los estudiantes no pueden hacer preguntas directamente. De esto se deriva una competencia adicional: la competencia tecnológica o digital. El tutor debe manejar con destreza pizarras digitales, comunicarse, evaluar y almacenar información durante la webconferencia mediante el ordenador. La pandemia de la COVID-19 ha dejado claro que los docentes deben adquirir habilidades en el uso de las TIC e incorporarlas a sus aulas, una tarea que será crucial para el futuro de los tutores (Bullón, 2020).

En adición a lo anterior, el alumnado indicó que es importante el trato del tutor hacia la audiencia, resaltando cualidades como la paciencia, la atención, la calma, la disposición para explicar, la comprensión y la amabilidad, lo que se enmarca en la competencia social. Las tres competencias mencionadas aquí: académica, social y tecnológica, también son reportadas por Basantes-Andrad y et al. (2020) y Grammens et al. (2022) en entornos virtuales, y por Sgreccia et al. (2019) en entornos presenciales. La diferencia principal con los resultados de esta investigación es que estos surgen de los estudiantes, quienes son los que señalan su importancia, y las definiciones parten de sus descripciones.

Por otro lado, las otras dos categorías se atribuyen puramente a factores logísticos, a considerar antes de la web, como enviar la invitación con la hora y el enlace de conexión, designar un docente de apoyo que facilite y promueva la retroalimentación, y buscar una red de Internet estable. Sin estos elementos, realizar las webconferencias puede ser altamente complejo, tal como lo señalan Llano et al. (2011), Murillo-Díaz et al. (2023) y Hernández et al. (2021), destacando que son indispensables para las clases virtuales y las videoconferencias en la educación.

## Conclusiones

Es relevante destacar que las webconferencias representan un recurso educativo fundamental en la educación superior a distancia. Con la implementación de buenas prácticas, es posible lograr la enseñanza y aprendizaje efectivos de las ecuaciones diferenciales, una materia presente en la mayoría de los programas de ingeniería como parte de las matemáticas avanzadas. Los resultados obtenidos resaltan la necesidad

de abordar tres aspectos esenciales para propiciar el aprendizaje de los estudiantes: el papel del tutor, los medios logísticos y los recursos tecnológicos.

En cuanto al papel del tutor, es crucial considerar su perfil, que debe incluir un claro conocimiento de la temática a enseñar, preferiblemente con formación posgradual en matemáticas avanzadas. Además, el tutor debe conocer la estructura curricular del curso, las guías de actividades y el material didáctico utilizado. Esto, acompañado de una preparación de clases y aspectos emocionales como la paciencia y dedicación, permitirá al tutor realizar explicaciones claras, pausadas y dinámicas, describiendo el paso a paso de los ejercicios y la capacidad de adaptar los contenidos a la educación virtual. Los estudiantes expresan preferencia por la escritura del tutor en lugar de solo mostrar diapositivas, ya que esto facilita la comprensión detallada de los ejercicios y ayuda a resolver dudas.

Otro aspecto crucial son los recursos tecnológicos, como presentaciones en diapositivas, tableros digitales y editores de ecuaciones. Estas herramientas son indispensables para que los tutores faciliten la escritura clara de los procedimientos matemáticos, la explicación paso a paso de los ejercicios y la organización general de los encuentros sincrónicos.

El último aspecto que considerar son los medios logísticos, que son fundamentales antes del desarrollo de los eventos virtuales. Estos incluyen la programación en la agenda del curso, la asignación de un tutor, la selección de la plataforma para el desarrollo de las webconferencias, el envío de invitaciones a través del campus virtual, la generación de enlaces, el funcionamiento de la conexión a Internet y la grabación para que los participantes puedan acceder de forma asincrónica.

En resumen, es crucial que las instituciones educativas en modalidad virtual o a distancia inviertan en la capacitación de sus tutores, brindándoles las competencias necesarias para el correcto desarrollo de las webconferencias. Estas competencias incluyen el manejo de medios logísticos y el uso adecuado de recursos tecnológicos. Para los tutores virtuales de matemáticas, el dominio del tablero con tabletas digitales para la organización y explicación de los ejercicios es un recurso indispensable que no falta en las clases de matemáticas, siendo más imperativo cuando se abordan cursos avanzados en el área.

Para el futuro de este estudio de investigación, se contempla diseñar entrevistas y cuestionarios específicos para recopilar las valiosas voces y

experiencias de los tutores. Este enfoque permitirá un análisis más exhaustivo y una triangulación de perspectivas, estudiante-tutor, contribuyendo así a una caracterización más precisa de las competencias del tutor de matemáticas en el entorno virtual. Al incluir la participación del profesorado y emplear métodos que capturen sus percepciones y prácticas, se busca enriquecer significativamente el análisis de la experiencia didáctica y los procesos de tutorización asociados. Este enfoque integral proporcionará una comprensión más completa y matizada, destacando las complejidades y matices inherentes al papel del tutor en el contexto virtual.

## Referencias

- Allen, I. E., y Seaman, J. (2017). *Distance education enrollment report 2017*. Babson Survey Research Group. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED580868.pdf>
- Apaza, W. G. (2022). *Beneficios del aula virtual percibidos por los estudiantes del primer año en la mejora de la enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Filosofía y Lógica de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2020* (Tesis doctoral, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa). <http://hdl.handle.net/20.500.12773/14360>
- Ayala, R. A. (2020). *Synchronous and Asynchronous Online Learning: A Guide for Academic Leaders*. EDUCAUSE Review.
- Barrera-Mora, F. y Reyes-Rodríguez, A. (2018). El rol de la tecnología en el desarrollo de entendimiento matemático vía la resolución de problemas. *Educatio Siglo XXI*, 36(3), 41–72. <https://doi.org/10.6018/j/349461>
- Barrera, D. y Lugo-López, N. (2019). Las aulas virtuales en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Estadística. *Revista científica*, (35), 183-191. <https://doi.org/10.14483/23448350.14368>
- Basantes-Andrade, A V., Cabezas-González, M., y Casillas-Martín, S. (2020). Competencias digitales en la formación de tutores virtuales en la Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. *Formación Universitaria*, 13(5), 269-282. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500269>
- Bullón, O. (2020). Educación virtual interactiva como metodología para la educación: revisión de literatura. *Revista Education in The Knowledge Society*, 11(2), 225-238. <https://doi.org/10.14201/eks.20327>
- Carrasco, S. A. N., Castellanos-Ramírez, J. C., y Espinosa, F. P. (2021). Contraste de experiencias de estudiantes universitarios en dos escenarios educativos: enseñanza en línea vs. enseñanza remota de emergencia. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65). <https://doi.org/10.6018/red.440731>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (9 de marzo de 2024) *Indicadores básicos de TIC en Hogares*. [https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-](https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por)

Lugo López, N. D., Barrera Buitrago, D. A., Baez Acevedo, J. S., y Bustos Rios, D. F. (2024). Competencias del Tutor para la Enseñanza Virtual de las Ecuaciones Diferenciales para Ingenieros en Formación. *Educatio Siglo XXI*, 42(2), 9-32

tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic/indicadores-basicos-de-tic-en-hogares

Guerrero, S. C., Rojas-García, B., y Cuño-Bonito, J. (2021). Enseñanza-Aprendizaje en matemáticas y estadística durante la COVID-19. Universidad de los Llanos, Colombia. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 23(37), 41-67. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-72382021000200041](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-72382021000200041)

Grammens, M., Voet, M., Vanderlinde, R., Declercq, L., y De Wever, B. (2022). A systematic review of teacher roles and competences for teaching synchronously online through videoconferencing technology. *Educational Research Review*, 37, 100461. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100461>

Hernández, V. D. C., Puello, N. P., y Rodríguez, M. A. Y. (2021). Usos y Alcance de la Videoconferencia por la plataforma zoom con fines educativos. *Ciencias Sociales*, 10(8), 159-175. <https://www.eumed.net/uploads/articulos/9a3978712e59f6373a593b18842f918c.pdf>

Jaar, J. C. (2021). Revisión actualizada: enseñanza de las matemáticas desde los entornos virtuales de aprendizaje. *Ciencia y Educación*, 5(2), 25-40. <https://doi.org/10.22206/cyed.2021.v5i2.pp25-40>

Juárez-Ramírez, J. A., Chamoso-Sánchez, J. M., y González-Astudillo, M. T. (2020). Interacción en foros virtuales al integrar modelización matemática para formar ingenieros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 38(3), 161-178. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3041>

Leal-Afanador, J. (2021). Educación, virtualidad e innovación: Estudio de caso para la consolidación de un modelo de liderazgo en la educación incluyente y de calidad. Sello Editorial UNAD.

Llano, J., Ainciburu, M. C., y Lázaro, O. J. (2011). La enseñanza de español a través de videoconferencias de escritorio, Integración en las diferentes modalidades de aprendizaje y desarrollo de competencias. *Cuadernos Comillas*, 2(18).

Mendoza, H. H., Burbano, V. M., y Valdivieso, M. A. (2019). El rol del docente de matemáticas en educación virtual universitaria. Un estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación universitaria*, 12(5), 51-60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000500051>

Moreno-Correa, S. M. (2020). La innovación educativa en los tiempos del Coronavirus. *Salutem Scientia Spiritus*, 6(1), 14-26.

Murillo-Díaz, A., Armendáriz-Núñez, E., y Ascencio-Baca, G. (2023). La transición de la modalidad presencial a la enseñanza remota de emergencia. Caso de estudio: Docentes de la Universidad Autónoma de Chihuahua. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 10(1), 6-27. <https://doi.org/10.47554/revie.vol10.num1.2023.pp6-27>

O'Brien, R. (2021). Synchronous and Asynchronous Teaching in a Hybrid Course. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 114(1), 47-53.

Olabe, X. B., y Parco, M. E. O. (2020). Integración de pensamiento computacional en educación básica. Dos experiencias pedagógicas de aprendizaje colaborativo online. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), 1-21. <https://doi.org/10.6018/red.409481>

Olivo-Franco, J. L., y Corrales, J. (2019). De los entornos virtuales de aprendizaje: hacia

- una nueva praxis en la enseñanza de la matemática. *Revista Andina de Educación*, 3(1), 8-19. <https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.2>
- Palop, V. (2015). Aportes del softwar NVIVO para el trabajo con la Teoría Fundamentada o Grounded Theory. *Revista Andina de Estudios Políticos*, 5(2), 31–46. <https://doi.org/10.35004/raep.v5i2.80>
- Sáez-López, J. M., Domínguez-Garrido, C., y Mendoza-Castillo, V. (2014). Valoración de los obstáculos, ventajas y prácticas del e-learning: un estudio de caso en Universidades Iberoamericanas. *Educatio Siglo XXI*, 32(2), 195–220. <https://doi.org/10.6018/j/202221>
- Sadiku, M. N. O. ., Shadare, A. E. ., Musa, S. M. ., y Akujuobi, C. M. . (2016). Data Visualization. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 2(12), 11–16. <https://ijerat.com/index.php/ijerat/article/view/191>
- Sgreccia, N., Cirelli, M., y Vital, M. (2019). Cualidades de profesores en matemática recordados como buenos por futuros profesores en matemática. *Revista iberoamericana de educación superior*, 10(27), 172-193. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2019.27.346>
- Zhang, D., Zhao, J., Zhou, L., y Nunamaker Jr, J. F. (2004). Can e-learning replace classroom learning?. *Communications of the ACM*, 47(5), 75-79. <https://doi.org/10.1145/986213.986216>

