

Matemáticas, Ingeniería y Ciencias Ambientales

MICA



Vol. 7 No. 14
ISSN: 2594-1933

Julio - Diciembre de 2024



Universidad Tecnocientífica del Pacífico

Directorio

Biol. Jesús Ernesto Caravantes Estrada
Director

Dra. Ana Luisa Estrada Esquivel
Directora de la revista MICA

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra
Editor de MICCA

Dr. Cruz Daniela Estrada Escalante
Diseño

MICA, Año 7, No. 14, Julio – Diciembre de 2024. Publicación semestral, editada por la Universidad Tecnocientífica del Pacífico S.C. Calle Morelos, No. 377 Pte. Col. Centro. Tepic, Nayarit, México. C.P. 63000. Tel. (311) 217 7877 mica@tecnocientifica.com.mx, mica@gmail.com dirigida por Dra. Ana Luisa Estrada Esquivel. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. EN TRAMITE, ISSN: 2594-1933, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra. Diseño: Cruz Daniela Estrada Escalante e Ing. Soporte técnico: Ing. Sergio Ulises Caravantes Estrada, calle Morelos, No. 377 Pte. Col. Centro. Tepic, Nayarit, México. C.P. 63000

Los contenidos firmados son responsabilidad de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro. El contenido de esta publicación está protegido por las leyes de derechos de autor.

MICA

Equipo Editorial

Directores/Editores en Jefe

Dr. José Trinidad Ulloa Ibarra.

Universidad Autónoma de Nayarit. México

Coordinadora de Edición

Dra. Elsa García de Dios.

Universidad Autónoma de Nayarit. México

Directora de MICA

Dra. Ana Luisa Estrada Esquivel

Cuerpo Académico de Matemática Educativa.

Unidad Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías.

Universidad Autónoma de Nayarit.

Comité Científico

Dra. María Georgina Ochoa García

Cuerpo Académico de Lingüística, Educación Media y Superior UAN-CA-295.
Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Dra. María Guadalupe Hernández Cueto

Cuerpo Académico de Lingüística, Educación Media y Superior UAN-CA-295.
Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Dra. Marcela García Ramos

Cuerpo Académico de Lingüística, Educación Media y Superior UAN-CA-295.
Universidad Autónoma de Nayarit, México.

Dra. Elsa Regina Vigo Ayasta

Universidad Federico Villarreal, Perú.

Dra. Gabith Miriam Quispe Fernández

Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

Dr. Daniel Corrales Pérez

CORES Consultores GeoAmbientales, Nicaragua.

Dr. Bartolo Máximo Triana Hernández

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba.

Dra. Olga Lidia Pérez González

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba.

Dr. Fernando Aranda Fraga

Universidad Adventista del Plata, Argentina.

Dr. Juan Carlos Michalus

Universidad Nacional de Misiones, Argentina.

Dra. Yumilka Fernández Hernández

Universidad de Camaguey, Cuba.



MICA Vol. 7, No. 14
Julio - Diciembre de 2024
Índice

	Pag
Editorial	0
Revisión Documental de Modelos y Principios de Diseño Instruccional para Cursos en Línea	1 - 12
	Nadia Sarahi Uribe Olivares Paul Rafael Isiordia Medina Gerardo Ulises Calvillo Gómez Alma Jazmín Castellón Lepe
Análisis de las repercusiones de la pandemia en los alumnos de ingeniería electrónica	13 - 33
	Daniel Victorio López María Teresa Casillas Alcalá Miguel Ángel López Santana
Percepciones de los Estudiantes sobre Cálculo Diferencial e Integral: Uso, Aplicación, Impacto en la Formación Académica y Procesos de Aprendizaje	34 - 42
	Cristal Neftaly Virgen González María Inés Ortega Arcega José Trinidad Ulloa Ibarra Bárbara Nayar Olvera Carballo
La navegación y las matemáticas: laso insoluble. Parte II	43 - 57
	José Trinidad Ulloa Ibarra, Bárbara Nayar Olvera Carballo, María Inés Ortega Arcega, Ana Luisa Estrada Esquivel,
La predisposición al significar el lenguaje algebraico: El caso del CETMAR 34	58 - 91
	Jorge Armando Rodríguez Carrillo
Dominó y Gamificación: Estrategias Innovadoras para la Enseñanza del Cálculo Diferencial	92 - 103
	Brandon Paul Velázquez Guillén José Trinidad Ulloa Ibarra Nidia Dolores Uribe Olivares María Inés Ortega Arcega

Editorial

La presente edición de nuestra revista semestral se centra en temas cruciales que intersecan la matemática, la ingeniería y las ciencias ambientales, ofreciendo una plataforma para la reflexión y el análisis crítico. Este número incluye artículos que abordan los Modelos y Principios de Diseño Instruccional, explorando cómo estos enfoques pueden optimizar el aprendizaje en contextos educativos contemporáneos, especialmente en la enseñanza de la matemática y la ingeniería.

Además, se presenta un análisis exhaustivo sobre las repercusiones de la pandemia en los estudiantes de ingeniería electrónica, destacando los desafíos y adaptaciones que han surgido en el proceso educativo durante este periodo crítico. Este artículo proporciona datos relevantes sobre el impacto en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes.

Otro artículo significativo examina las Percepciones de los Estudiantes sobre Cálculo Diferencial e Integral, enfocándose en su uso, aplicación e impacto en la formación académica y los procesos de aprendizaje. Este análisis es fundamental para entender cómo los estudiantes se relacionan con conceptos matemáticos complejos y su relevancia en su desarrollo profesional.

La sección dedicada a La navegación y las matemáticas: el lazo indisoluble (Parte II) ofrece una perspectiva innovadora sobre la interconexión entre la matemática y la tecnología, enfatizando la importancia de las habilidades matemáticas en la navegación moderna y su aplicación en diversas disciplinas.

Además, se aborda la predisposición al significar el lenguaje algebraico en el bachillerato, un tema esencial para preparar a los estudiantes en su transición hacia estudios superiores en matemáticas e ingeniería, resaltando la necesidad de estrategias didácticas efectivas.

Finalmente se aborda el tema de la gamificación por medio del dominó para el reforzamiento del conocimiento del cálculo diferencial adquirido en las clases, propuesto como una estrategia de aprendizaje.

Esperamos que este número inspire a educadores y estudiantes a reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje en estos campos interrelacionados.

COMITÉ EDITORIAL



Revista MICA.
Volumen 7 No. 14.
ISSN: 2594-1933
Periodo: Julio - Diciembre de 2024
Tepic, Nayarit. México
Pp. 1 - 12
Recibido: Agosto 13 de 2024
Aprobado: Diciembre 10 de 2024

**Revisión Documental de Modelos y Principios de Diseño Instruccional para
Cursos en Línea**

**Document Review of Instructional Design Models and Principles for Online
Courses**

Nadia Sarahi Uribe Olivares
Universidad Autónoma de Nayarit
nadia.uribe@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0003-2521-9634>

Paul Rafael Isiordia Medina
Universidad Autónoma de Nayarit
paulmedina@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0001-8825-6374>

Gerardo Ulises Calvillo Gómez
Universidad Autónoma de Nayarit
ulises.gomez@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0005-1727-4248>

Alma Jazmín Castellón Lepe
Universidad Autónoma de Nayarit
alma.castellon@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6152-9069>

Revisión Documental de Modelos y Principios de Diseño Instruccional para Cursos en Línea

Document Review of Instructional Design Models and Principles for Online Courses

Resumen

Este artículo presenta una revisión documental exhaustiva sobre el diseño instruccional para cursos en línea. La metodología empleada se centra en una búsqueda sistemática de literatura en bases de datos académicas reconocidas, utilizando palabras clave específicas y criterios de inclusión definidos. El análisis de contenido se enfoca en identificar y categorizar modelos de diseño instruccional, principios pedagógicos y estrategias efectivas para el e-learning. La revisión abarca artículos publicados en los últimos 20 años, estudios teóricos y empíricos, así como casos de implementación práctica. El proceso incluye la síntesis de información, evaluación crítica de la literatura y elaboración de conclusiones basadas en evidencia. Se examinan modelos como ADDIE, Dick y Carey, y Gagné, junto con los desafíos y soluciones en el diseño de cursos en línea. La evaluación considera la calidad metodológica de los estudios, la aplicabilidad de los modelos en diversos contextos educativos y las limitaciones de la investigación existente. El objetivo es proporcionar una comprensión actualizada del estado del diseño instruccional en línea y ofrecer insights valiosos para educadores y diseñadores en la creación de experiencias de aprendizaje efectivas.

Palabras clave: diseño instruccional, cursos en línea, metodologías, revisión documental, e-learning

Abstract

This article presents a comprehensive literature review on instructional design for online courses. The methodology employed focuses on a systematic literature search in recognized academic databases, using specific keywords and defined inclusion criteria. The content analysis focuses on identifying and categorizing instructional design models, pedagogical principles and effective strategies for e-learning. The review covers articles published in the last 20 years, theoretical and empirical studies, as well as practical implementation cases. The process includes synthesis of information, critical evaluation of the literature, and development of evidence-based conclusions. Models such as ADDIE, Dick and Carey, and Gagné are examined, along with challenges and solutions in online course design. The evaluation considers the methodological quality of the studies, the applicability of the models in various educational contexts, and the limitations of existing research. The goal is to provide an up-to-date understanding of the state of online instructional design and offer valuable insights for educators and designers in creating effective learning experiences.

Keywords: instructional design, online courses, methodologies, documentary review, e-learning

Introducción

El diseño instruccional es una disciplina que se centra en la creación de experiencias educativas efectivas y eficientes. Con el auge de la educación en línea, la necesidad de diseños instruccionales robustos y bien fundamentados se ha vuelto crucial. En la actualidad, la educación en línea no solo ofrece flexibilidad y accesibilidad, sino que también presenta desafíos únicos que requieren soluciones innovadoras y bien estructuradas.

La evolución de la tecnología y el acceso global a internet han transformado la educación, permitiendo a las instituciones y educadores llegar a una audiencia más amplia y diversa. Sin embargo, este crecimiento exponencial también ha subrayado la importancia de un diseño instruccional adecuado para garantizar que los cursos en línea no solo sean accesibles, sino también efectivos y atractivos.

En este contexto, el diseño instruccional se convierte en un proceso crítico para la creación de entornos de aprendizaje que maximicen el potencial de los estudiantes. Un diseño instruccional bien pensado considera varios aspectos, como las necesidades de los estudiantes, los objetivos del curso, las estrategias pedagógicas, y la evaluación del aprendizaje.

La literatura sobre diseño instruccional ofrece una variedad de modelos y teorías que guían este proceso. Modelos como ADDIE, el modelo de Dick y Carey, y la teoría de las condiciones de aprendizaje de Gagné, proporcionan marcos estructurados para desarrollar cursos efectivos. Estos modelos han sido ampliamente adoptados y adaptados en diferentes contextos educativos.

Además, la investigación en el campo del e-learning ha identificado principios clave que deben guiar el diseño de cursos en línea. Entre estos principios se encuentran el enfoque centrado en el alumno, la interactividad y participación activa, y la evaluación

continua. Estos principios son fundamentales para crear experiencias de aprendizaje que sean significativas y motivadoras para los estudiantes.

Sin embargo, a pesar de la abundante literatura y los modelos disponibles, muchos educadores y diseñadores de cursos enfrentan desafíos al tratar de aplicar estos principios en la práctica. La creación de cursos en línea efectivos requiere una integración cuidadosa de teoría y práctica, y una comprensión profunda de las necesidades y características de los estudiantes en un entorno virtual.

Este artículo tiene como objetivo proporcionar una revisión exhaustiva de la literatura sobre diseño instruccional y proponer una metodología práctica para el diseño de cursos en línea. La revisión documental identificará los modelos y principios clave en el campo, y la propuesta metodológica integrará estos hallazgos en un proceso estructurado que puede ser seguido por educadores y diseñadores instruccionales.

Metodología: Revisión Documental sobre Diseño Instruccional para Cursos en Línea

El diseño instruccional para cursos en línea ha evolucionado significativamente en las últimas dos décadas, impulsado por avances tecnológicos y nuevos entendimientos sobre el aprendizaje en entornos digitales. Esta revisión documental tiene como objetivo sintetizar y analizar la literatura existente sobre modelos, principios y mejores prácticas en el diseño de cursos en línea. La metodología empleada sigue un enfoque sistemático para garantizar una revisión exhaustiva y relevante de la literatura académica disponible.

2. Proceso de Búsqueda y Selección de Literatura

2.1 Bases de Datos y Motores de Búsqueda

La búsqueda de literatura se realizó en las siguientes bases de datos y motores de búsqueda académicos:

- ERIC (Education Resources Information Center)

- Google Scholar
- Scopus
- Web of Science
- ProQuest Education Database

Estas fuentes fueron seleccionadas por su amplia cobertura de literatura educativa y su reputación en el ámbito académico (Xiao & Watson, 2019).

2.2 Palabras Clave y Estrategias de Búsqueda

Se utilizaron las siguientes palabras clave y sus combinaciones:

- "Diseño instruccional" AND "cursos en línea"
- "Modelos de diseño instruccional" AND "e-learning"
- "Principios pedagógicos" AND "educación en línea"
- "Estrategias de enseñanza" AND "aprendizaje virtual"
- "Teorías de aprendizaje" AND "educación a distancia"

La búsqueda se realizó tanto en inglés como en español para garantizar una cobertura amplia de la literatura disponible.

2.3 Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión:

- Artículos revisados por pares publicados entre 2000 y 2024
- Estudios que presentan modelos, teorías o principios de diseño instruccional
- Investigaciones empíricas sobre implementación de diseños instruccionales en cursos en línea

- Metaanálisis y revisiones sistemáticas sobre diseño instruccional en e-learning

Criterios de exclusión:

- Artículos no revisados por pares
- Estudios centrados exclusivamente en aspectos técnicos de plataformas de e-learning
- Literatura gris (tesis, informes no publicados)
- Artículos que no abordan específicamente el diseño instruccional para cursos en línea

2.4 Proceso de Selección

El proceso de selección siguió el modelo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) propuesto por Moher et al. (2009). Este proceso incluyó:

1. Identificación de registros a través de la búsqueda en bases de datos
2. Eliminación de duplicados
3. Cribado de títulos y resúmenes
4. Evaluación de elegibilidad de textos completos
5. Inclusión final de estudios para la revisión
6. Análisis de Contenido

3.1 Enfoque de Análisis

Se adoptó un enfoque de análisis de contenido cualitativo, siguiendo las directrices propuestas por Hsieh y Shannon (2005). Este método permite identificar temas y patrones en la literatura seleccionada, facilitando la síntesis de información compleja.

3.2 Categorías de Análisis

Las principales categorías de análisis fueron:

a) Modelos de Diseño Instruccional

- ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación)
- Modelo de Dick y Carey
- Modelo de Gagné
- Diseño Instruccional Rápido (RID)
- Modelo ASSURE

b) Principios Pedagógicos

- Constructivismo en entornos virtuales
- Aprendizaje centrado en el estudiante
- Aprendizaje colaborativo en línea
- Autorregulación y metacognición

c) Estrategias Efectivas para E-learning

- Gamificación y aprendizaje basado en juegos
- Aprendizaje adaptativo
- Microlearning
- Storytelling digital

d) Desafíos y Soluciones

- Engagement y motivación del estudiante
- Evaluación en entornos virtuales
- Accesibilidad y diseño universal

- Desarrollo de habilidades blandas en línea

3.3 Proceso de Codificación

Se utilizó un software de análisis cualitativo (ATLAS.ti) para codificar los artículos seleccionados. El proceso de codificación siguió tres fases:

1. Codificación abierta: identificación inicial de conceptos y categorías
2. Codificación axial: establecimiento de relaciones entre categorías
3. Codificación selectiva: integración y refinamiento de categorías
4. Síntesis de la Información

4.1 Modelos de Diseño Instruccional

El modelo ADDIE sigue siendo uno de los más citados y utilizados en la literatura. Branch (2009) destaca su flexibilidad y aplicabilidad en diversos contextos de e-learning. Sin embargo, autores como Allen (2012) argumentan que el modelo ADDIE puede ser demasiado lineal para las demandas ágiles del diseño de cursos en línea modernos.

El modelo de Dick y Carey, descrito en detalle por Dick et al. (2015), ofrece un enfoque sistemático que ha sido adaptado con éxito a entornos virtuales. Su énfasis en el análisis de necesidades y la evaluación formativa lo hace particularmente relevante para cursos en línea a gran escala.

Gagné et al. (2005) proponen un modelo basado en eventos de instrucción que ha sido ampliamente aplicado en el diseño de módulos de aprendizaje en línea. Su enfoque en la secuenciación de la instrucción y la activación de conocimientos previos se alinea bien con los principios de la carga cognitiva en entornos digitales (Sweller et al., 2011).

El Diseño Instruccional Rápido (RID), popularizado por Piskurich (2015), ha ganado tracción en respuesta a la necesidad de desarrollar cursos en línea de manera más ágil. Este enfoque enfatiza la prototipación rápida y la iteración continua, lo cual es particularmente útil en contextos de aprendizaje corporativo en línea.

4.2 Principios Pedagógicos

El constructivismo sigue siendo un principio fundamental en el diseño de cursos en línea. Jonassen (1999) argumenta que los entornos virtuales ofrecen oportunidades únicas para el aprendizaje constructivista, permitiendo a los estudiantes construir conocimiento a través de experiencias interactivas y colaborativas.

El aprendizaje centrado en el estudiante ha ganado prominencia en la literatura sobre e-learning. Bates (2019) enfatiza la importancia de diseñar cursos que permitan a los estudiantes tomar control de su propio aprendizaje, ofreciendo opciones y promoviendo la autonomía.

El aprendizaje colaborativo en línea ha sido objeto de numerosos estudios. Palloff y Pratt (2013) ofrecen estrategias concretas para fomentar la colaboración efectiva en entornos virtuales, destacando la importancia de la presencia social y la construcción de comunidades de aprendizaje en línea.

La autorregulación y la metacognición son consideradas habilidades críticas para el éxito en el aprendizaje en línea. Zimmerman y Schunk (2011) proporcionan un marco teórico para entender cómo los estudiantes pueden desarrollar estas habilidades en entornos virtuales, y cómo los diseñadores instruccionales pueden apoyar este proceso.

4.3 Estrategias Efectivas para E-learning

La gamificación y el aprendizaje basado en juegos han emergido como estrategias poderosas para aumentar el engagement en cursos en línea. Kapp (2012) ofrece un análisis exhaustivo de cómo los elementos de juego pueden ser integrados efectivamente en el diseño instruccional para motivar y comprometer a los estudiantes.

El aprendizaje adaptativo, que utiliza algoritmos para personalizar la experiencia de aprendizaje, ha ganado atención significativa. Oxman y Wong (2014) discuten cómo esta tecnología puede ser implementada para abordar las necesidades individuales de los estudiantes en cursos en línea a gran escala.

El microlearning, caracterizado por unidades de aprendizaje breves y enfocadas, se ha vuelto popular en el diseño de cursos en línea. Hug (2007) proporciona un marco conceptual para entender y aplicar el microlearning en diversos contextos educativos y de formación.

El storytelling digital ha emergido como una estrategia efectiva para hacer el contenido más atractivo y memorable. Robin (2008) explora cómo esta técnica puede ser utilizada para crear experiencias de aprendizaje inmersivas en entornos virtuales.

4.4 Desafíos y Soluciones

El engagement y la motivación del estudiante siguen siendo desafíos centrales en el e-learning. Dixson (2015) identifica estrategias para aumentar el engagement en cursos en línea, enfatizando la importancia de la interactividad y la relevancia del contenido.

La evaluación en entornos virtuales presenta retos únicos. Gikandi et al. (2011) ofrecen una revisión comprehensiva de las prácticas de evaluación formativa en e-learning, destacando la importancia de la retroalimentación oportuna y significativa.

La accesibilidad y el diseño universal son consideraciones críticas en el diseño de cursos en línea. Burgstahler (2015) proporciona pautas detalladas para crear cursos en línea que sean accesibles para estudiantes con diversas necesidades y habilidades.

El desarrollo de habilidades blandas en entornos virtuales es un área de creciente interés. Croft y Brown (2020) exploran estrategias para incorporar el desarrollo de habilidades como la comunicación, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo en cursos en línea.

5. Evaluación Crítica

5.1 Calidad Metodológica de los Estudios

La revisión reveló una variedad en la calidad metodológica de los estudios analizados. Mientras que muchos estudios empíricos utilizaron diseños rigurosos, incluyendo experimentos controlados y estudios longitudinales (e.g., Bernard et al., 2004),

otros se basaron principalmente en datos cualitativos o estudios de caso, lo que limita la generalización de los resultados.

5.2 Aplicabilidad de los Modelos y Principios

La aplicabilidad de los modelos y principios identificados varía según el contexto educativo. Algunos modelos, como ADDIE, muestran una alta adaptabilidad a diferentes entornos de e-learning (Branch, 2009). Sin embargo, la efectividad de estrategias específicas, como la gamificación, puede depender de factores culturales y demográficos (Hamari et al., 2014).

5.3 Limitaciones y Brechas en la Investigación

Se identificaron varias brechas significativas en la literatura existente:

- Escasez de estudios longitudinales que examinen el impacto a largo plazo de diferentes modelos de diseño instruccional en el aprendizaje en línea.
- Limitada investigación sobre la aplicación de principios de diseño instruccional en contextos de realidad virtual y aumentada.

Conclusiones

Esta revisión documental proporciona una visión comprehensiva del estado actual del diseño instruccional para cursos en línea. Los hallazgos sugieren que:

- Los modelos tradicionales de diseño instruccional siguen siendo relevantes, pero requieren adaptación para satisfacer las demandas del aprendizaje en línea moderno.
- Los principios pedagógicos centrados en el estudiante, el constructivismo y la colaboración son fundamentales para el éxito de los cursos en línea.
- Estrategias innovadoras como la gamificación, el aprendizaje adaptativo y el microlearning ofrecen oportunidades prometedoras para mejorar el engagement y la efectividad del aprendizaje en línea.
- Los desafíos persistentes, como la motivación del estudiante y la evaluación efectiva, requieren enfoques creativos y basados en evidencia.

- Existe una necesidad continua de investigación rigurosa que examine la efectividad a largo plazo de diferentes enfoques de diseño instruccional en diversos contextos de e-learning.

Estas conclusiones tienen implicaciones significativas para educadores, diseñadores instruccionales y administradores educativos involucrados en el desarrollo y la implementación de cursos en línea. La integración cuidadosa de modelos probados, principios pedagógicos sólidos y estrategias innovadoras puede conducir a experiencias de aprendizaje en línea más efectivas y atractivas.

Referencias

- Allen, M. W. (2012). Leaving ADDIE for SAM: An agile model for developing the best learning experiences. American Society for Training and Development.
- Bates, A. W. (2019). Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning (2nd ed.). Tony Bates Associates Ltd.
- Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L., Walseth, P. A., Fiset, M., & Huang, B. (2004). How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of Educational Research*, 74(3), 379-439.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer Science & Business Media.
- Burgstahler, S. (2015). Universal design of instruction: From principles to practice. In S. Burgstahler (Ed.), *Universal design in higher education: From principles to practice* (2nd ed., pp. 31-64). Harvard Education Press.
- Croft, L., & Brown, M. (2020). Developing soft skills in online courses. In D. Conrad & J. Openo (Eds.), *Assessment strategies for online learning: Engagement and authenticity* (pp. 167-184). Athabasca University Press.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The systematic design of instruction* (8th ed.). Pearson.
- Dixson, M. D. (2015). Measuring student engagement in the online course: The Online Student Engagement scale (OSE). *Online Learning*, 19(4), n4.
- Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2005). *Principles of instructional design* (5th ed.). Wadsworth/Thomson Learning.
- Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333-2351.



Revista MICA.

Volumen 7, No. 14

ISSN: xxxxxx

Periodo: Julio – Diciembre de 2024

Tepic, Nayarit. México

Pp. 13 - 33

Recibido: Noviembre 01 de 2024

Aprobado: Diciembre 10 de 2024

Análisis de las repercusiones de la pandemia en los alumnos de ingeniería electrónica

Analysis of the repercussions of the pandemic on electronic engineering students

Daniel Victorio López
Universidad Autónoma de Nayarit
19006721@uan.edu.mx

María Teresa Casillas Alcalá
Universidad Autónoma de Nayarit
terecasillas07@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-00002-4439-2814>

Miguel Ángel López Santana
Universidad Autónoma de Nayarit
miguel.lopez@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0003-8223-4053>

Análisis de las repercusiones de la pandemia en los alumnos de Ingeniería Electrónica

Analysis of the repercussions of the pandemic on Electronic Engineering students

Resumen

En el artículo se analiza el cómo los estudiantes de la carrera en Ingeniería Electrónica se vieron afectados durante la pandemia, para ello es necesario analizar tanto el antes, el durante y el después para ver el impacto que esta tuvo en los alumnos, en el cual se puede observar un problema de rendimiento y una baja en el número de matriculas, situación la cual sería una constante en la pandemia, más sin embargo una vez que el periodo de cuarentena de la pandemia llegó a su término, comenzó un periodo en el cual los índices de inscripciones y aprobaciones se supone que volverían poco a poco a su estado previo a la pandemia.

Palabras clave: Alumnos, Análisis, Educación, Pandemia

Abstract

The article analyzes how students of the Electronic Engineering degree were affected during the pandemic, for this it is necessary to analyze both before, during and after to see the impact that this had on the students, in which a performance problem and a drop in the number of enrollments can be observed, a situation which would be a constant in the pandemic, however once the quarantine period of the pandemic came to an end, a period began in which the enrollment and approval rates were supposed to gradually return to their pre-pandemic state.

Keywords: Pandemic, education, students, análisis

Introducción

Durante el periodo de pandemia ocasionada por el coronavirus (COVID-19) las personas se vieron obligadas a estar en cuarentena para disminuir el número de casos, se estima que la situación en el ámbito escolar se dio en más de 190 países de los cuales el número de estudiantes afectados fue de alrededor de 1200 millones, de los cuales 160 millones eran estudiantes de Latinoamérica y el caribe (Santiago, 2020), por lo cual se optó por llevar a cabo la modalidad a distancia entre las estrategias se encontraban el uso de las nuevas tecnologías, lecturas para realizar actividades en casa, el uso de los medios de

comunicación como tele y radio, esto género que el uso de las tecnologías en la educación se viera acelerado con respecto a su paso original (Escobar, 2021).

En el presente trabajo se analiza el cómo a lo largo del tiempo los diferentes apartados de la carrera de ingeniería electrónica se vieron afectados antes, durante y después de la pandemia, además también el analizar los posibles aspectos que pudieron llegar a generar que diversos elementos de la carrera se vieran afectados tanto positiva como negativamente, así como el visualizar si la situación durante la pandemia fue perjudicial a largo plazo con el análisis de los datos posteriores a esta.

Revisión bibliográfica (Marco Teórico)

La pandemia trajo como consecuencia la afectación a los estudiantes de todos los niveles educativos, debido a que en algunas de las estrategias se requirió que los alumnos contaran con dispositivos y acceso a internet para poder asistir a las clases que se impartían de manera virtual ya que como lo menciona Santiago en 2020 en promedio menos del 60% de los alumnos de países de Latinoamérica y el Caribe no tienen acceso a dispositivos como tabletas, celulares y computadoras lo cual dificultaba la asistencia regular de los estudiantes a las clases y esto trajo como consecuencia que su educación se viera afectada en gran medida debido a la falta de material para poder asistir a estas, además también se debe recalcar que existen zonas de difícil acceso en las cuales no se podían llevar a cabo las estrategias a distancia, por lo cual se utilizaron diversas estrategias como lo eran el uso de la radio o el uso de clases presenciales controladas las cuales eran monitoreadas por el sistema de salud (Escobar, 2021).

En esta nueva realidad de aprendizaje, el Estado, a través de la escuela y especialmente del docente, debe reconocer que no es posible trasladar directamente la estructura presencial a un sistema en línea o virtual. Intentar hacerlo podría resultar en un proceso poco significativo para el estudiante, lo que llevaría al fracaso. En este escenario, es importante entender que los recursos tecnológicos no reemplazarán el trabajo educativo, pero pueden convertirse en una herramienta clave para crear un proceso de enseñanza-aprendizaje

valioso. Estos recursos facilitarán un ambiente adecuado y actuarán como un vínculo entre docentes y estudiantes. Sin embargo, siempre existirá preocupación por aquellos estudiantes vulnerables que no tienen acceso a la conectividad o dispositivos tecnológicos. Esto genera una brecha entre los estudiantes de zonas urbanas con familias económicamente estables y los estudiantes de áreas rurales o suburbanas que carecen de los medios necesarios, lo que plantea uno de los mayores desafíos: la equidad educativa (Hurtado, 2020).

La educación de muchas personas que viven en zonas rurales y marginadas ha sido descuidada por las autoridades. Además, varios factores afectan negativamente, como el acceso limitado a dispositivos tecnológicos y a internet, lo que impide que miles de niños, niñas y adolescentes puedan seguir con sus estudios (Murillo, 2020)

Además del desarrollo de las clases otros aspectos se vieron afectados por la pandemia de COVID-19 como lo señalan Gutiérrez y Moreno en 2020: Se realizó un análisis para aquellos alumnos que ingresaban al sistema educativo ya que su primer contacto con el sistema sería muy diferente al habitual, además de eso aquellos alumnos que concluyeran algún nivel mediante una modalidad a distancia lo cual resultaría en un proceso del que no se tenían precedentes, además uno de los grandes problemas de la pandemia fue el aislamiento social ya que impactó negativamente en la población en general causando problemas como depresión y ansiedad, esto afectando negativamente a los alumnos y su rendimiento además de ser un problema para el sector salud ya que se presentaron como un obstáculo más a la saturación con la que ya contaba este sector.

Además, también el hecho de llevar a cabo las clases a distancia planteó nuevos retos en la práctica docente esto debido a que utilizar los mismos métodos que se usaban de manera presencial no resultaban eficientes o podían verse sesgados por el uso de las tecnologías, uno de los casos fue el de México que implemento diversos métodos de evaluación como lo son la evaluación por portafolios o proyectos y la eliminación del examen del final del ciclo escolar (Escobar, 2021)

Metodología

Para la presente investigación se han utilizado los datos proporcionados por el Departamento de Control Escolar de la Unidad Académica de Ciencias Básicas e Ingenierías (UACBI), los cuales comprenden un registro detallado de las calificaciones obtenidas por todos los estudiantes inscritos en la carrera de Ingeniería Electrónica. Estos datos abarcan el período que va desde el semestre enero-junio 2019 hasta el semestre enero-junio 2022, proporcionando una visión longitudinal del rendimiento académico en las distintas asignaturas ofrecidas durante dicho lapso.

El conjunto de datos incluye información de las materias impartidas a lo largo de siete semestres consecutivos. En este análisis se consideraron únicamente aquellas asignaturas en las que hubo al menos un estudiante matriculado, lo que permite una evaluación precisa del rendimiento por asignatura. Además, se tomaron en cuenta los índices de aprobación y reprobación, los cuales fueron reportados directamente por los docentes responsables de cada materia, asegurando la fiabilidad de la información proporcionada.

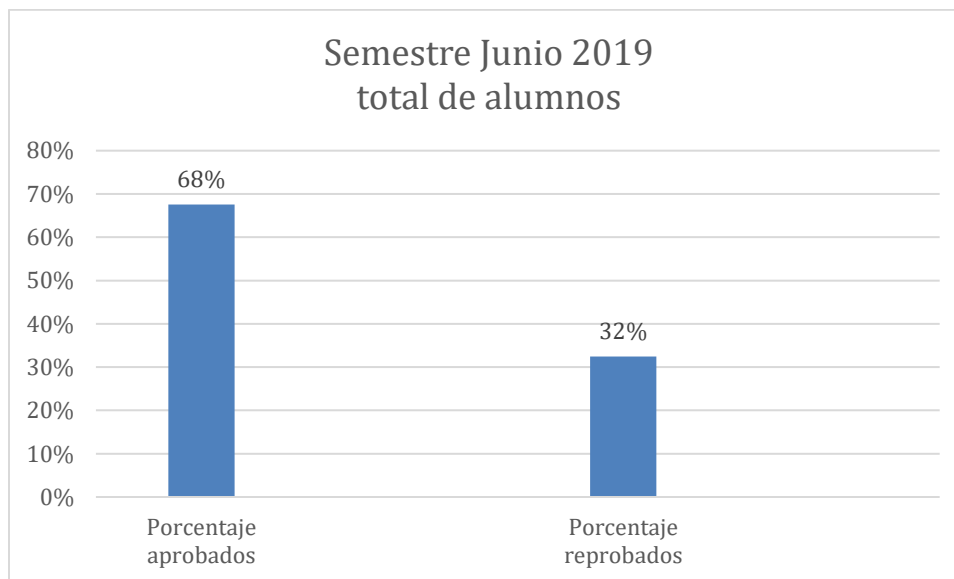
Dado que el análisis se basa en el total de la población estudiantil inscrita en cada semestre, los cálculos de porcentajes, comparaciones y tendencias se realizarán tomando en cuenta el conjunto completo de estudiantes que participaron en cada periodo. Esto nos permitirá observar cómo las tasas de aprobación y reprobación varían a lo largo del tiempo, identificando posibles patrones en el rendimiento académico.

Entre las variables clave consideradas en este estudio se encuentra el porcentaje de alumnos aprobados y reprobados, así como por género, lo que facilita un análisis más detallado de posibles diferencias de rendimiento entre hombres y mujeres. Además, se incluirá el número total de estudiantes inscritos en cada semestre, con el fin de realizar una comparativa entre los diferentes periodos, analizando cómo la población estudiantil crece o decrece en función de diversos factores internos y externos. Este análisis también permitirá explorar la influencia de dichos cambios en los resultados académicos, proporcionando una visión más completa de la evolución de la matrícula y el rendimiento académico en la carrera de Ingeniería Electrónica durante los años considerados.

Resultados y Conclusiones

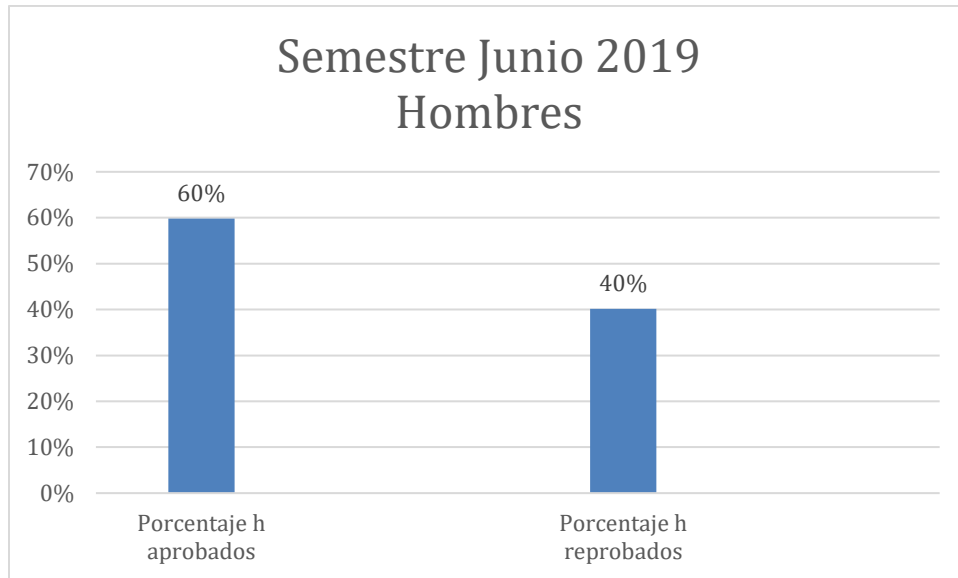
El análisis de los datos recopilados de los alumnos de Ingeniería Electrónica los cuales abarcan el total de los estudiantes inscritos. Considerando todas las Unidades de Aprendizaje que se imparten en los diferentes semestres, para este caso se tomaron en cuenta tanto el género de los alumnos como si estos aprobaron o no las Unidades de Aprendizaje.

La primera tabla de cada periodo muestra el grupo total incluyendo hombres y mujeres, la segunda tabla muestra solo la aprobación o reprobación de los hombres y la tercera tabla de cada periodo muestra la aprobación o reprobación de las mujeres del programa de Ingeniería en Electrónica.



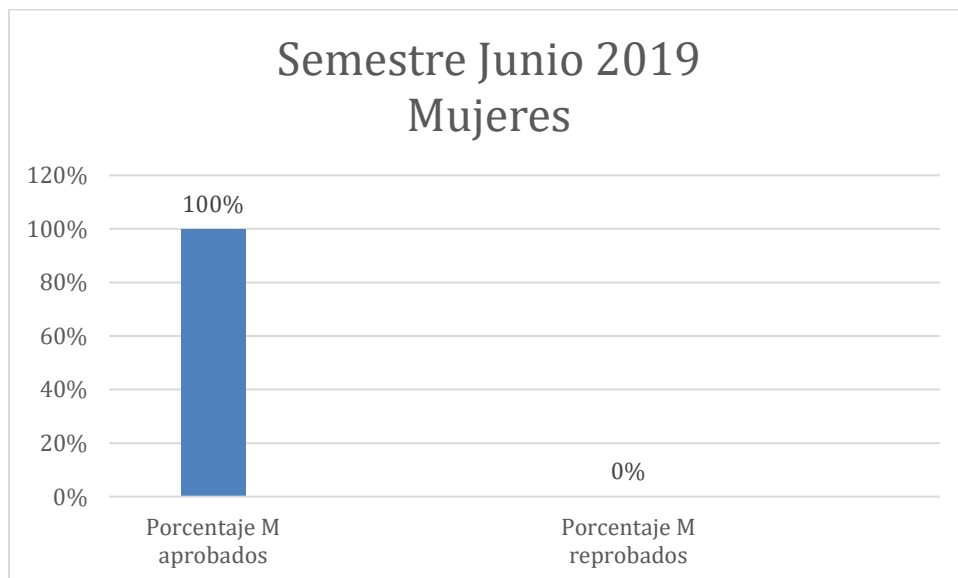
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2019 del número total de alumnos, aprobados y reprobados.

En esta tabla se marca el total de alumnos en un periodo anterior a la pandemia (junio del 2019), el cual se indica que en las distintas materias impartidas este semestre el 68% del total de los alumnos, obtuvieron una calificación aprobatoria y el otro 32% restante obtuvo una calificación no aprobatoria.



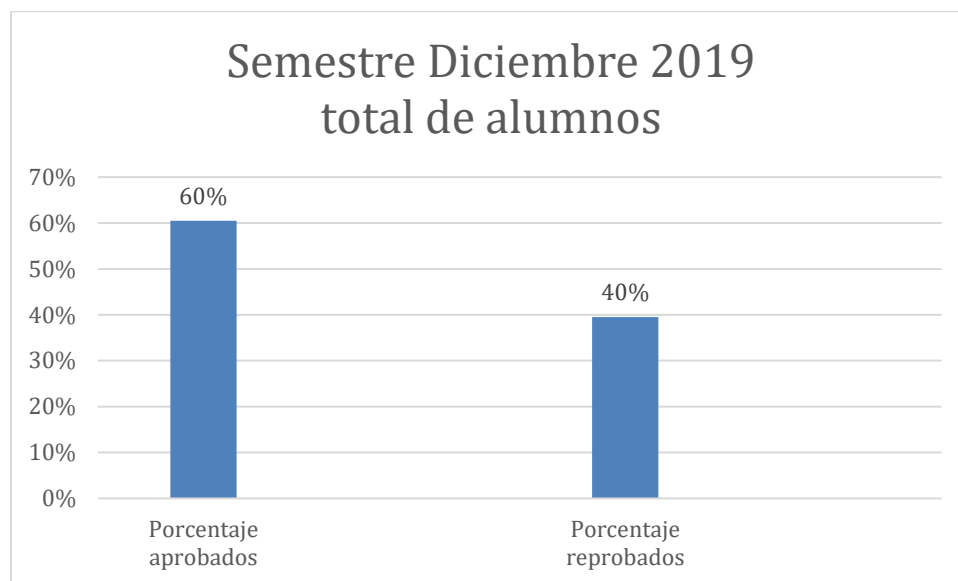
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2019 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

Esta tabla muestra los alumnos varones dentro del periodo anterior a la pandemia, en el cual los alumnos inscritos un 60% obtuvo una calificación aprobatoria, contra el 40% de varones que no aprobaron todas sus Unidades de aprendizaje.



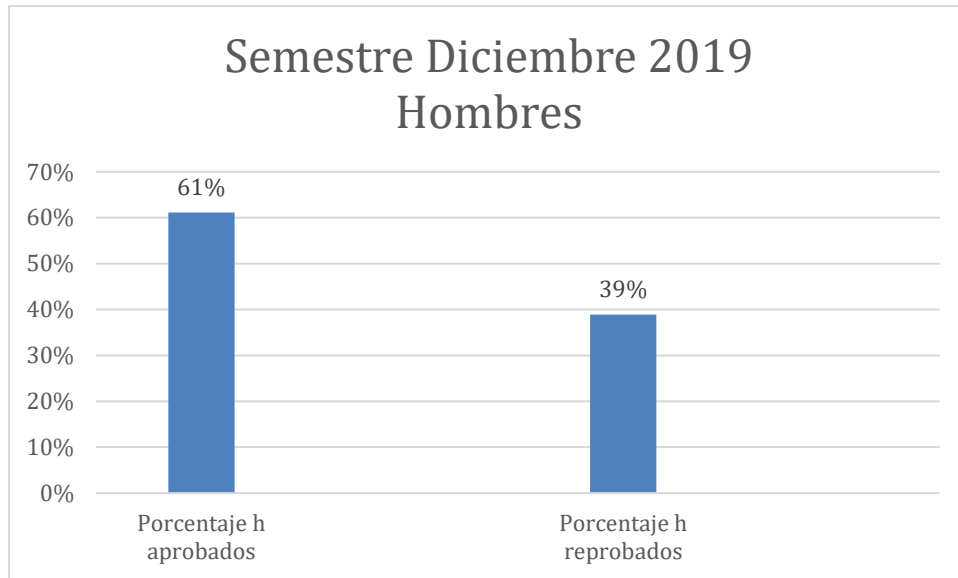
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2019 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

Dentro de esta tabla donde se encuentran registradas las Unidades de Aprendizaje cursadas en este periodo de junio del 2019 las alumnas obtuvieron el 100% de calificación aprobatoria considerando que el número



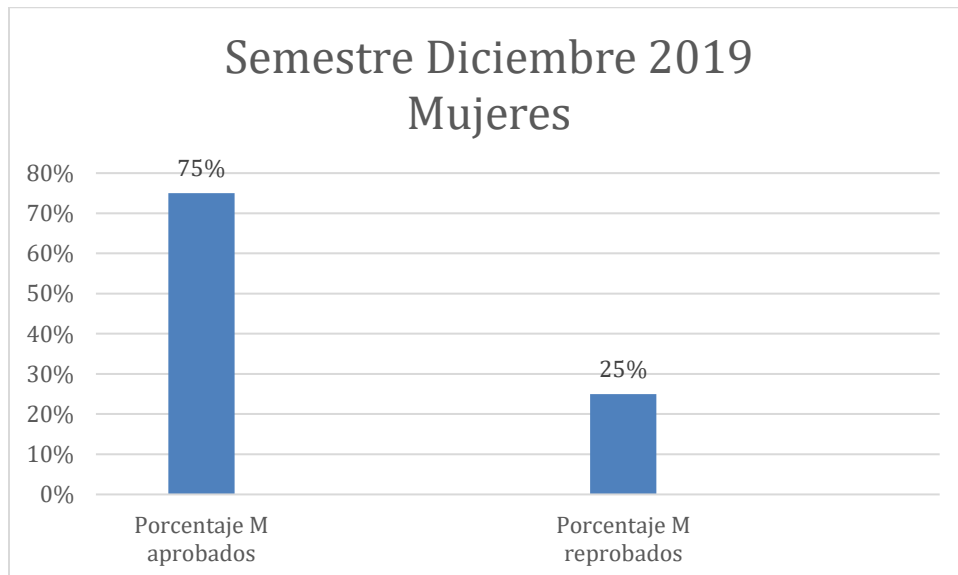
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2019 del número total de alumnos, aprobados y reprobados.

Esta es una tabla donde se muestra el total de alumnos en un periodo anterior a la pandemia en el cual los alumnos inscritos en las distintas materias impartidas el 60% obtuvo una calificación aprobatoria y el 40% obtuvieron una calificación como reprobada.



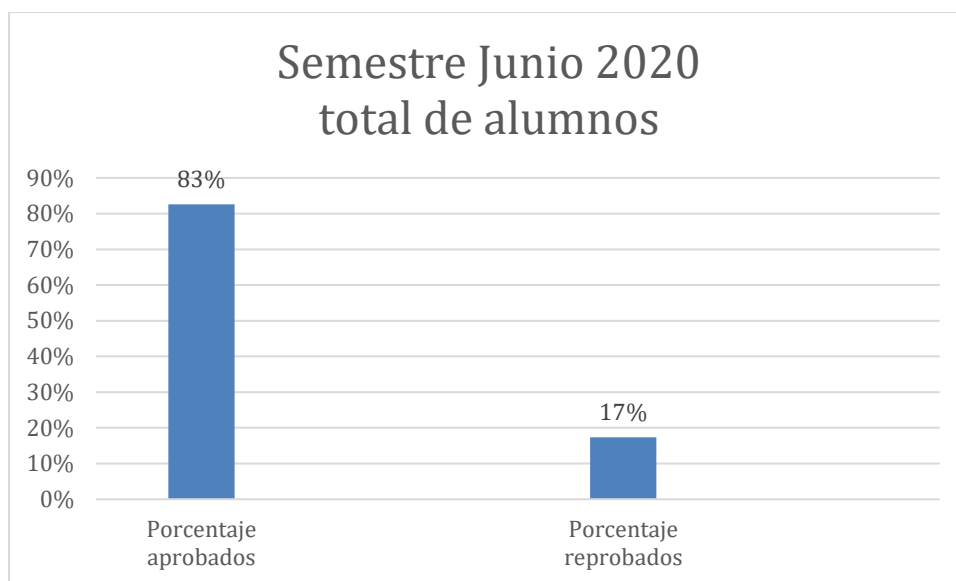
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2019 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

Esta es una tabla de los alumnos varones en un periodo anterior a la pandemia, en el cual los alumnos inscritos un 61% obtuvo una calificación aprobatoria y el 39% reprobatoria.



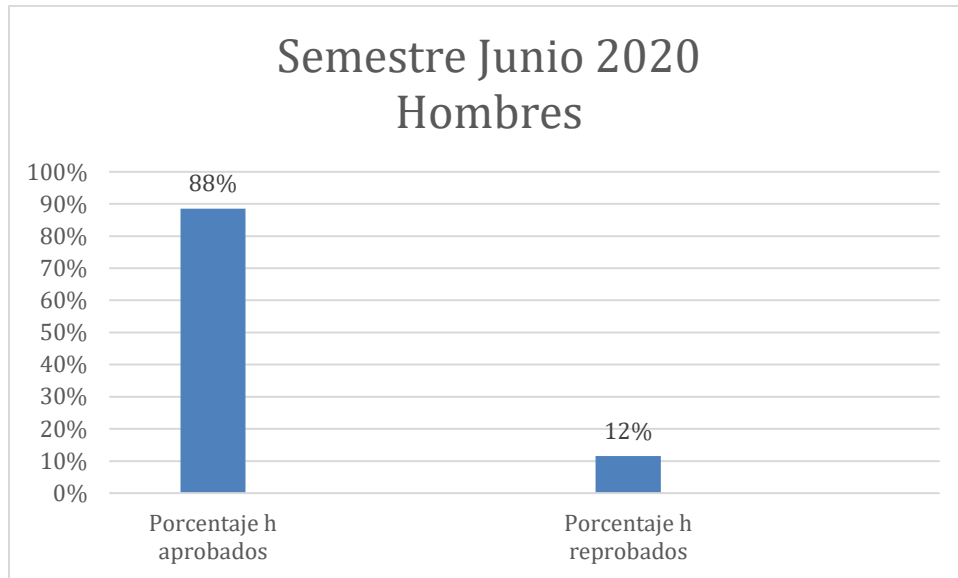
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2019 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

Esta es una tabla de las alumnas en el semestre agosto-diciembre del 2019 en el que el 75% de las alumnas obtuvieron una calificación aprobatoria y el 25% fue una calificación como reprobada



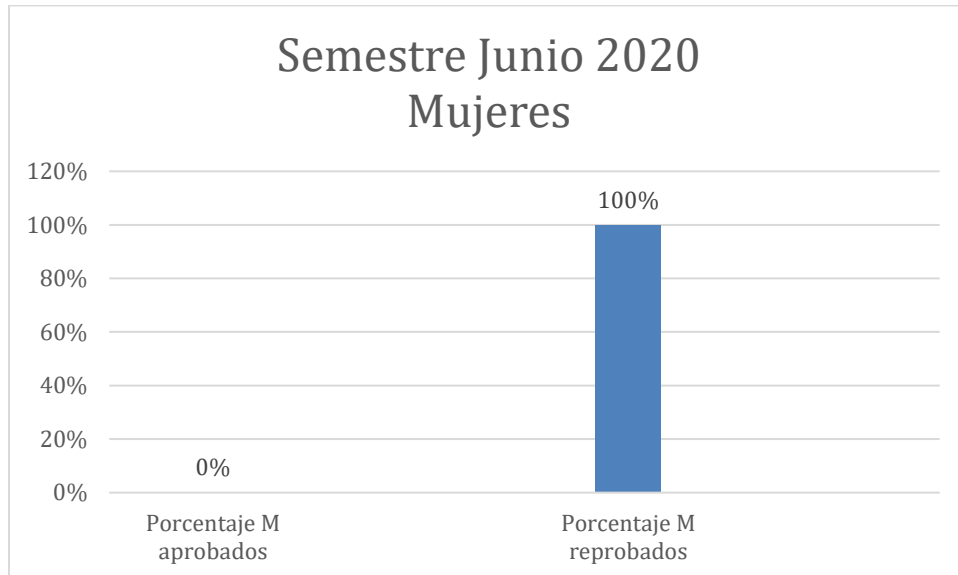
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2020 del número total de alumnos, aprobados y reprobados.

Este es el primer semestre cursado en la pandemia en la cual se puede observar que en las materias impartidas en este semestre el 83% del total de los alumnos obtuvo una calificación aprobatoria y el 17% reprobaron.



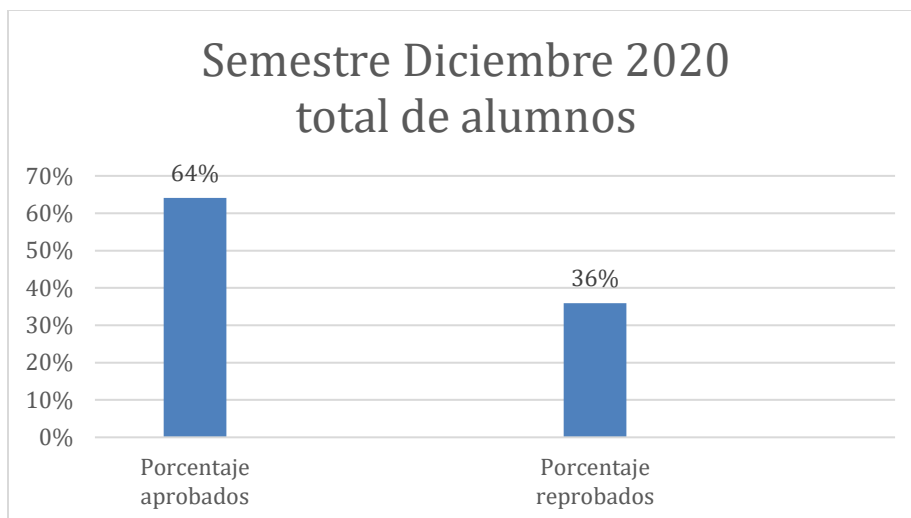
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2020 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

Durante este semestre de junio del 2020 el número total de alumnos varones aprobados fue del 88% y el 12% de estudiantes reprobados sus Unidades de Aprendizaje.



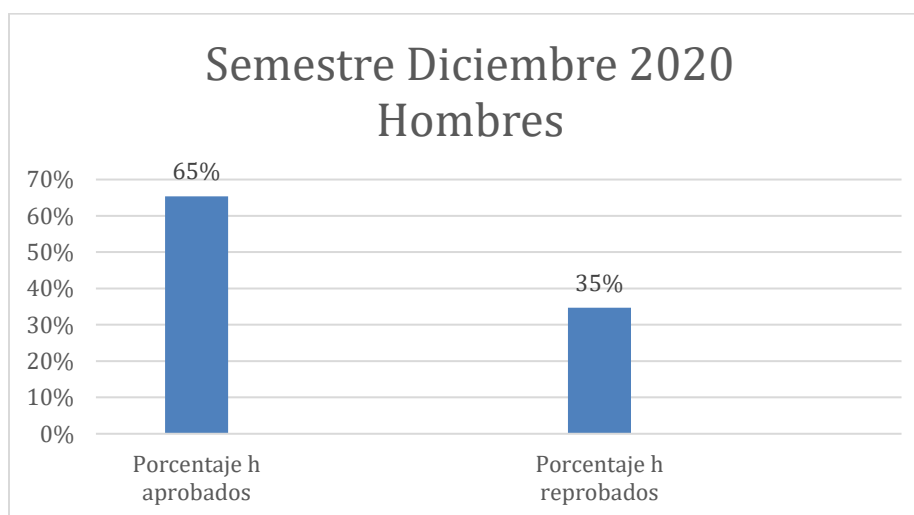
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2020 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

En este semestre de junio del 2020. el número de alumnas mujeres aprobadas fue del 0%, cuando el 100% de alumnas que cursan esta Ingeniería, reprobaron.



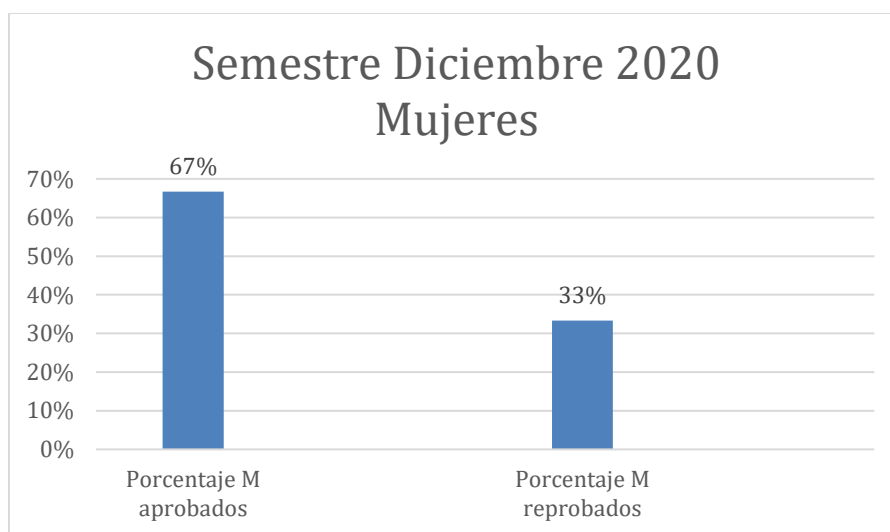
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2020 del número total de alumnos, aprobados y reprobados.

En este semestre se puede observar que el numero total de alumnos aprobados en las materias impartidas es del 64% lo cual es una gran disminución con respecto al semestre anterior.



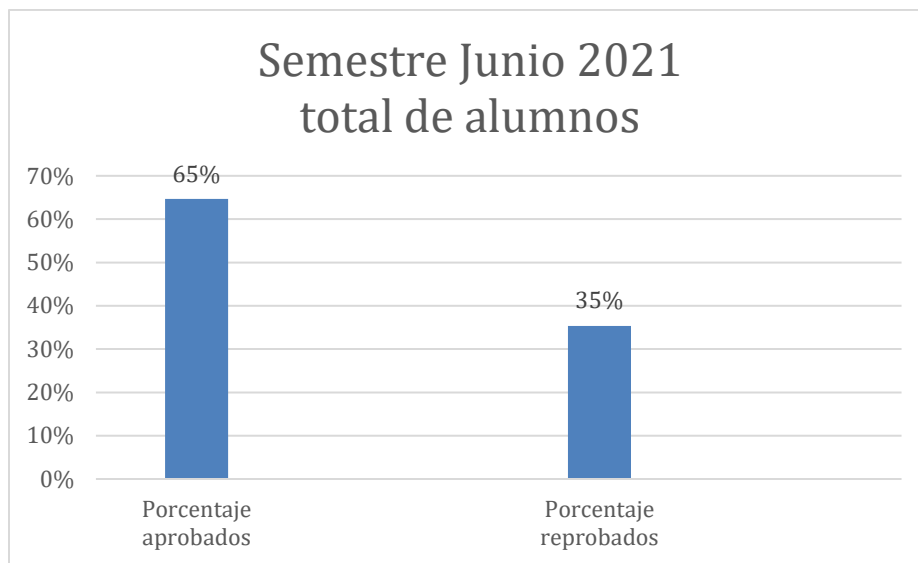
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2020 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

El número de alumnos aprobados que cursaron durante este periodo de diciembre del 2020, fue del 65% y el 35% del total de los estudiantes reprobados fue del 35%.



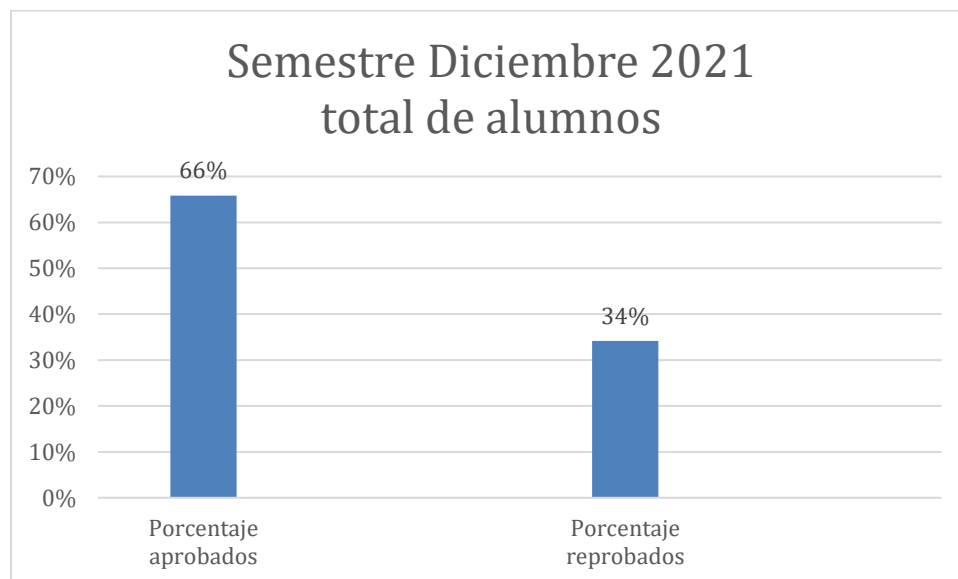
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2020 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

Dentro del periodo de diciembre del 2020 el número de alumnas mujeres aprobadas fue del 67% un gran aumento con respecto al semestre anterior, contra el 33% de estudiantes mujeres reprobadas de este semestre.



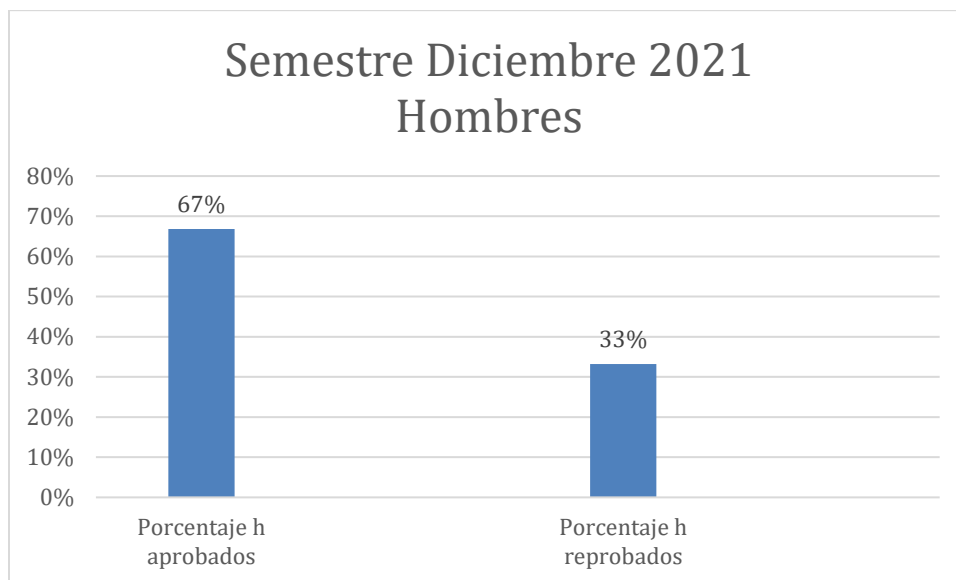
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2021 del número total de alumnos, aprobados y reprobados.

Este semestre no contó con alumnas mujeres inscritas este semestre por lo cual el total de alumnos aprobados en las materias impartidas de este semestre representa el total de aprobados siendo este del 65% y el 35% fueron estudiantes reprobados.



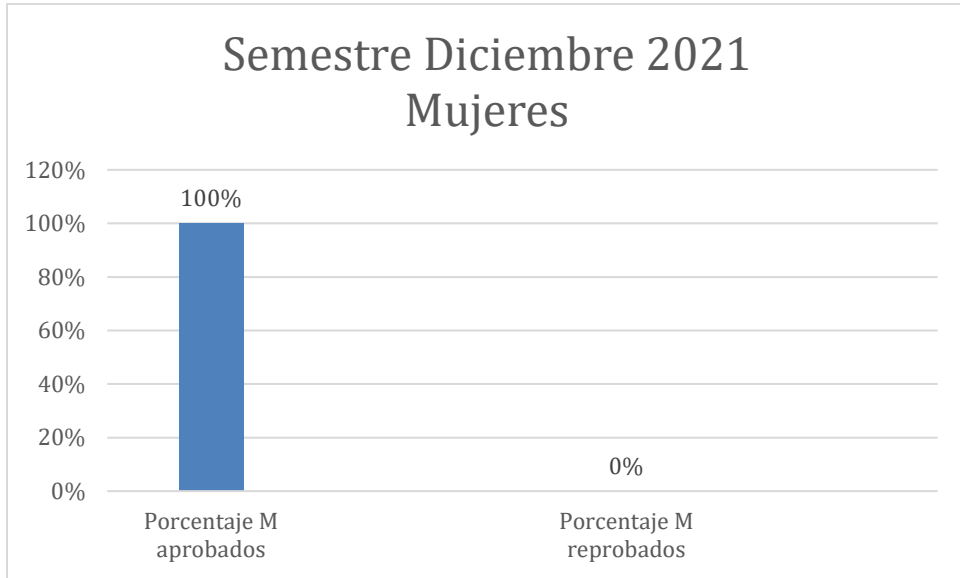
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2021 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

Este es el último semestre de la pandemia diciembre del 2021, en las materias impartidas el 66% del total de alumnos obtuvo una calificación aprobatoria y el 34% fueron estudiantes reprobados.



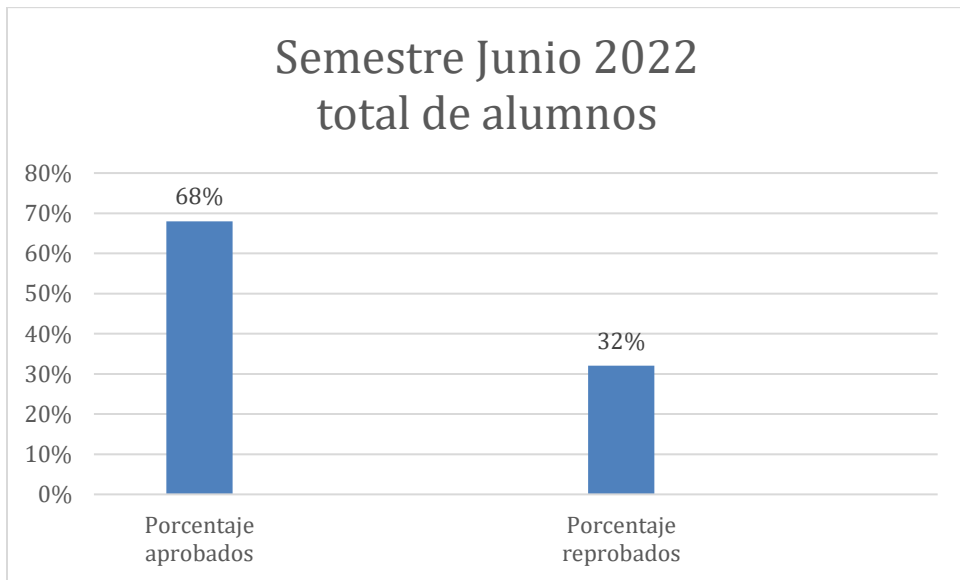
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2021 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

En este periodo de diciembre del 2021 el número de alumnos varones aprobados fue del 67% y el 33% fueron reprobados.



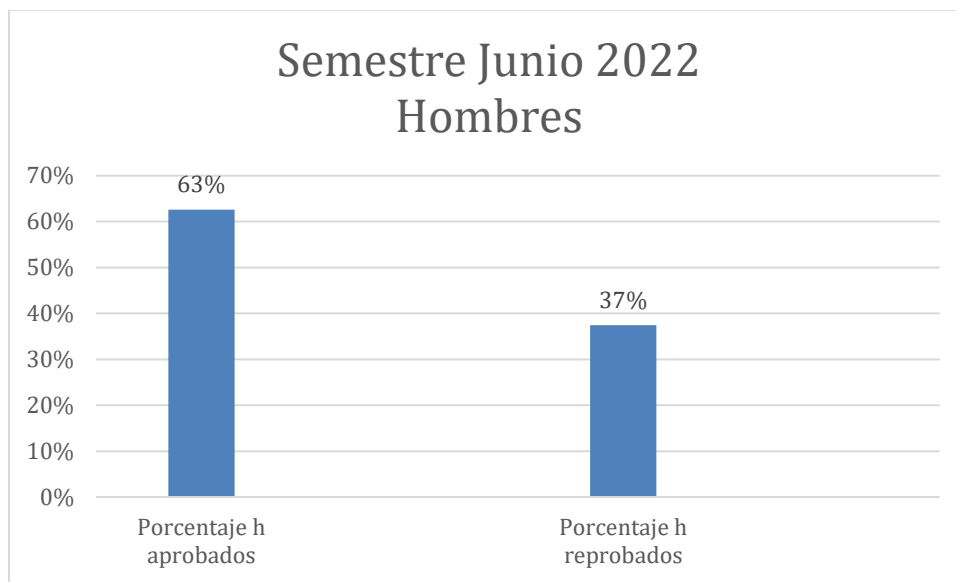
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre diciembre 2021 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

En este periodo el número de alumnas aprobados fue del 100%



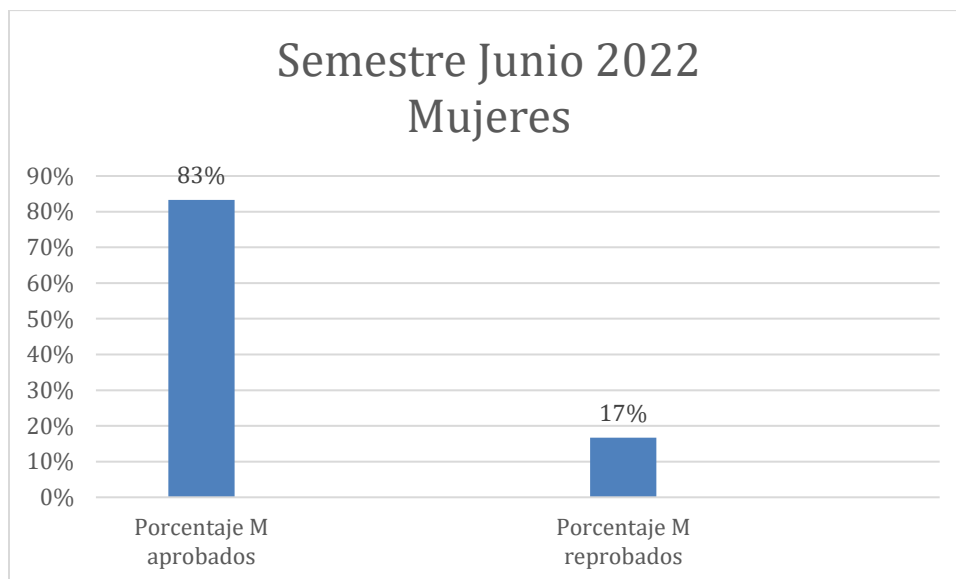
Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2022 del número de total de alumnos, aprobados y reprobados.

Este periodo fue el primero en el cual se volvió a clases presenciales en las materias impartidas el 68% de los alumnos obtuvo una calificación aprobatoria



Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2022 del número de alumnos, aprobados y reprobados.

En este periodo el 63% de los alumnos obtuvo una calificación aprobatoria



Fuente: Elaboración propia. Tabla donde se muestra el semestre junio 2022 del número de alumnas mujeres, aprobadas y reprobadas.

En este periodo las alumnas que obtuvieron una calificación aprobatoria fueron del 83%

El primer periodo a analizar son del semestre de junio 2019 al semestre diciembre del mismo año periodo antes del surgimiento de la pandemia, en este periodo se observa que la media de alumnos aprobados es del 64% siendo que de estos la media de hombres aprobados es del 60% y de mujeres aprobadas es del 88% , con lo cual estos serán los datos a comparar durante el análisis, durante el semestre junio 2020 a mediados se da la pandemia y por lo tanto las primeras consecuencias de este en diferentes aspectos a nivel global, en el ámbito académico en el caso de la licenciatura en la evaluación de este semestre se observó que en el ámbito de alumnos aprobados hubo un gran cambio el cual siendo en este semestre del 83%, además con respecto a los alumnos masculinos su índice de aprobación fue del 88% y en las mujeres se vio severamente afectado ya que su índice fue del 0%, lo cual podría indicar que el efecto inmediato de la pandemia en las alumnas de la licenciatura fue inmediato lo cual puede verse afectado por el hecho de que las clases a distancia tiene un gran impacto en ellas.

En los semestres correspondientes al periodo de pandemia el cual abarca desde el semestre de diciembre del 2020 hasta el semestre de diciembre 2021 abarcando este periodo un total de 3 semestres en los cuales la media de aprobación de los alumnos aumentó siendo esta de un 65%, así mismo la media de aprobación de los alumnos por género se vio afectada la de los hombres logró subir su media a un 66% y la de las mujeres se vio reducida a un 56% siendo que en el semestre junio 2021 no hubo mujeres inscritas en la licenciatura, esto dice que la media de aprobación se vio beneficiada con respecto al periodo anterior a la pandemia, más sin embargo los cambios significativos fueron para la media de mujeres aprobadas la cual disminuyó en un 22%, esto indicaría que el sector más afectado durante la pandemia fue

el femenino en el caso de la licenciatura en Ingeniería Electrónica y el género masculino se observó que fue ligeramente beneficiado con un incremento del 5%.

Otro aspecto a tomar en cuenta es la media de alumnos inscritos en el periodo anterior a la pandemia la media de alumnos inscritos hombres fue de 385 y de mujeres fue de 4, por otro lado en el periodo de pandemia la media de hombres disminuyó teniendo como efecto inmediato en el semestre junio 2020 en el cual los alumnos hombres inscritos fue de 226 y de mujeres 1 disminuyó la matrícula por el inicio de la pandemia, a lo largo de la misma, la media de hombres fue de 243 y la de mujeres fue de 8 observándose un incremento con el hecho de que en uno de los semestres no hubo mujeres inscritas.

Por último se analizará el semestre de junio 2022 en el cual las clases volvieron a modalidad presencial se vieron algunos cambios significativos el primero fue el incremento de la media de alumnos aprobados el cual fue del 68% y los porcentajes de aprobados por género también se vieron afectados, el de hombres disminuyo a un 63% y el de mujeres se vio incrementado en gran medida esto gracias a que subió al 83%, no solo eso si no que también se vio un incremento en la cantidad de alumnos matriculados con respecto a la media de la pandemia siendo que en este semestre se encontraban 270 hombres y 18 mujeres matriculadas, con lo cual se puede ver una recuperación luego del periodo de pandemia y que las clases volvieran a su modalidad presencial, los datos arrojados en este periodo se indica que la media tiende a ser como en el periodo anterior a la pandemia lo cual indicaría que vuelven a la normalidad.

Luego de analizar estos datos se puede ver lo siguiente que en el periodo de pandemia la media de aprobados se vio aumentada y la media de hombres aprobados se vio aumentada con respecto al periodo anterior a la pandemia, más sin embargo también se vio afectada en gran medida la matrícula ya que hubo una disminución significativa de alumnos y la media de mujeres aprobadas se vio disminuida en un gran porcentaje, más sin embargo con la vuelta a las clases presenciales se puede ver que la media vuelven a recuperarse y se dirigen a su punto de inicio en el periodo anterior a la pandemia

Referencias

- Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to Coronavirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1-6 recuperado de <https://doi.org/10.5281/zenodo.3778083>
- de Santiago, O. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Santiago: CEPAL-UNESCO. Recuperado de <https://unidosenred.org/wp-content/uploads/2022/05/374075spa.pdf>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2021). Online assessment in higher education in the time of COVID-19: An empirical report. *Education in the Knowledge Society*, 22, e23623. recuperado de <https://doi.org/10.14201/eks.23623>
- Gutiérrez-Moreno, A. (2020). Educación en tiempos de crisis sanitaria: pandemia y educación. *Praxis*, 16(1), 7-10.
- Hodges, C. B., & Fowler, D. (2020). Teaching and learning in a time of pandemic. In C. B. Hodges & D. Fowler (Eds.), *Teaching and Learning in the Time of COVID-19* (pp. 1-10). Educational Press.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. recuperado de <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Hurtado Talavera, F. J. (2020). La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI. *Revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales*, 44, 176-187 recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Frank-Hurtado-Talavera/publication/350641002_cieg_R_CIEG_REVISTA_ARBITRADA_DEL_CENTRO_DE_INVESTIGACION_Y_ESTUDIOS_GERENCIALES_BARQUISIMETO_-_venezuela_la_educacion_en_tiempos_de_pandemia_los_desafios_de_la_escuela_de_l_siglo_xxi_education_in_times/links/606baaa7299bf1252e2fd32f/cieg-r-cieg-revista-arbitrada-del-centro-de-investigacion-y-estudios-gerenciales-barquisimeto-venezuela-la-educacion-en-tiempos-de-pandemia-los-desafios-de-la-escuela-del-siglo-xxi-education-in-time.pdf.
- Méndez Escobar, A. (2021). Educación en tiempos de pandemia (covid-19). *Revista de la Universidad de la Salle*, 2020(85), 51-59. Recuperado de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2341&context=ruls>
- Murillo, K. B. C. (2020). El impacto en la educación primaria tras la emergencia sanitaria ocasionada por la pandemia del COVID-19. *International journal of new education*,

(6). extraído de

<https://www.revistas.uma.es/index.php/NEIJ/article/view/11187/12549>

UNESCO. (2020). COVID-19 educational disruption and response. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. recuperado de <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse>

Valero-Cedeño, N. J., Castillo-Matute, A. L., Rodríguez-Pincay, R., Padilla-Hidalgo, M., & Cabrera-Hernández, M. (2020). Retos de la educación virtual en el proceso enseñanza aprendizaje durante la pandemia de Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 1201-1220.



Revista MICA.
Volumen 7 No. 14.
ISSN: 2594-1933
Periodo: Julio - Diciembre de 2024
Tepic, Nayarit. México
Pp. 34 - 42
Recibido: octubre 14 de 2024
Aprobado: diciembre 11 de 2024

Percepciones de los Estudiantes sobre Cálculo Diferencial e Integral: Uso, Aplicación, Impacto en la Formación Académica y Procesos de Aprendizaje

Student Perceptions of Differential and Integral Calculus: Use, Application, Impact on Academic Training and Learning Processes

Cristal Neftaly Virgen González
Universidad Autónoma de Nayarit
22009493@uan.edu.mx

María Inés Ortega Arcega
Universidad Autónoma de Nayarit
maria.arcega@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1058-8106>

José Trinidad Ulloa Ibarra
Universidad Autónoma de Nayarit
jtulloa@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6382-7588>

Bárbara Nayar Olvera Carballo
UA Derecho UAN
barbara.olvera@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-3773-7570>

Percepciones de los Estudiantes sobre Cálculo Diferencial e Integral: Uso, Aplicación, Impacto en la Formación Académica y Procesos de Aprendizaje

Student Perceptions of Differential and Integral Calculus: Use, Application, Impact on Academic Training and Learning Processes

Resumen

Este artículo explora las percepciones de los estudiantes sobre el cálculo diferencial e integral, abordando su utilidad en la vida cotidiana, su relevancia en la formación académica y el impacto en su aprendizaje. Mediante un enfoque cuantitativo y un diseño transversal, se recolectarán datos a través de un cuestionario estructurado, dirigido a estudiantes de nivel superior en áreas de ciencias e ingeniería y matemáticas. Aunque los resultados aún no están disponibles, se espera que este estudio aporte información valiosa para mejorar las estrategias pedagógicas en la enseñanza del cálculo. Los hallazgos específicos se reportarán en un próximo artículo de investigación, proporcionando una visión detallada de la percepción estudiantil y su implicación en la enseñanza de esta disciplina.

Palabras clave: Cálculo diferencial, percepción estudiantil, formación académica, utilidad matemática.

Abstract

This article explores students' perceptions of differential and integral calculus, focusing on its usefulness in everyday life, relevance in academic training, and impact on their learning. Using a quantitative approach and cross-sectional design, data will be collected through a structured questionnaire targeting higher education students in science and engineering fields. Although results are not yet available, this study is expected to provide valuable insights for improving pedagogical strategies in calculus instruction. Specific findings will be reported in a forthcoming research article, offering a detailed view of student perceptions and their implications for teaching this discipline.

Keywords: Differential calculus, student perception, academic training, mathematical utility.

Introducción

El cálculo diferencial e integral en una variable es una disciplina fundamental en la formación de estudiantes de ingeniería y ciencias exactas, ya que proporciona herramientas esenciales para modelar y resolver problemas complejos en diversas áreas del conocimiento. Sin embargo, su enseñanza y aprendizaje presentan desafíos significativos, reflejados en las percepciones y actitudes de los estudiantes hacia estos conceptos. Comprender estas percepciones es crucial para desarrollar estrategias pedagógicas que faciliten una comprensión más profunda y significativa del cálculo.

Diversos estudios han abordado las actitudes de los estudiantes hacia el cálculo diferencial e integral. Por ejemplo, Daza y Garza (2018) identificaron que un grupo significativo de estudiantes de bachillerato en México muestra rechazo hacia el cálculo como disciplina curricular, manifestando sentimientos negativos hacia la metodología de enseñanza y las actividades de aprendizaje. Asimismo, Cháidez-González, González-Bañales y Jaik-Dipp (2021) encontraron una correlación positiva y significativa entre el desempeño docente y las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje del cálculo diferencial, destacando la importancia de la labor docente en la formación de actitudes favorables.

Además, investigaciones como la de Gibert Delgado y Gorina Sánchez (2023) han explorado el uso de tecnologías digitales en la enseñanza del cálculo, proponiendo ecosistemas digitales de aprendizaje como una alternativa para mejorar la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos complejos. Estas iniciativas buscan abordar las dificultades tradicionales en el aprendizaje del cálculo, promoviendo una mayor interacción y participación activa de los estudiantes.

Este artículo tiene como objetivo analizar las percepciones de los estudiantes sobre los conceptos de cálculo diferencial e integral, enfocándose en tres aspectos principales: su uso y aplicación, el impacto en su formación académica y su proceso de aprendizaje. Al comprender estas percepciones, se podrán diseñar estrategias educativas más efectivas que aborden las necesidades y expectativas de los estudiantes, facilitando una enseñanza del cálculo más accesible y relevante.

Soporte Teórico

El estudio de las percepciones estudiantiles en torno al Cálculo Diferencial e Integral encuentra su fundamento en teorías del aprendizaje y enfoques pedagógicos que buscan comprender cómo los estudiantes internalizan y aplican conceptos matemáticos avanzados. Desde una perspectiva constructivista, se plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando los estudiantes relacionan los conceptos nuevos con sus conocimientos previos, facilitando una comprensión profunda y duradera (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978; Chi & Wylie, 2014). En el contexto del cálculo, esto implica no solo el dominio de procedimientos, sino también el entendimiento de su aplicabilidad en diversas situaciones y problemas reales (Tall, 2013).

Estudios recientes destacan que la actitud hacia el aprendizaje del cálculo y la percepción de su utilidad impactan directamente en el rendimiento académico y en la motivación de los estudiantes (Guzmán-Samayoa & Delgado, 2022). Estos investigadores señalan que aquellos estudiantes que perciben el cálculo como una herramienta aplicable en su vida cotidiana o en sus futuros campos profesionales muestran una disposición más positiva y mayor perseverancia en el estudio de esta materia (Guzmán-Samayoa & Delgado, 2022).

Además, la percepción de los estudiantes sobre la relevancia del cálculo en su formación académica está mediada por el rol del docente y el enfoque metodológico utilizado en la enseñanza. Según Cardona y López (2021), un enfoque que combine teoría y práctica, facilitando aplicaciones concretas, logra mejorar significativamente la percepción de los estudiantes sobre el cálculo como una herramienta útil y necesaria. La implementación de estrategias de enseñanza activas, como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el uso de tecnologías digitales, ha demostrado ser eficaz para mejorar la comprensión conceptual en cálculo, promoviendo una visión positiva sobre su relevancia académica y profesional (Flores-Márquez & Juárez-Camacho, 2020).

La teoría de la carga cognitiva también es relevante en este contexto. Sweller, Ayres y Kalyuga (2011) argumentan que el aprendizaje de temas complejos como el cálculo puede ser facilitado mediante la reducción de la carga cognitiva innecesaria, permitiendo a los estudiantes enfocarse en los aspectos esenciales de los problemas. Esta teoría sugiere que la presentación de material de manera estructurada y gradual puede mejorar la

retención y comprensión de conceptos complejos, algo particularmente útil en la enseñanza de temas avanzados en cálculo (Sweller et al., 2011).

Metodología

Para explorar y analizar las percepciones de los estudiantes sobre el cálculo diferencial e integral, se empleó un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, diseñado para obtener una caracterización de las actitudes, creencias y experiencias de los estudiantes en relación con las unidades de aprendizaje de cálculo diferencial e integral (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2018). Un enfoque cuantitativo permite realizar un análisis estadístico de las respuestas obtenidas en el cuestionario, facilitando la identificación de tendencias y patrones en las percepciones de los estudiantes (Creswell & Creswell, 2023).

El instrumento de recolección de datos fue un cuestionario estructurado, elaborado a partir de estudios previos sobre actitudes y percepciones hacia las matemáticas en general y el cálculo en particular (Gómez, 2021; Rivera & Rodríguez, 2022). El cuestionario incluyó preguntas relacionadas con la percepción de utilidad, aplicabilidad, relevancia académica y dificultad percibida en el aprendizaje del cálculo diferencial e integral. Este cuestionario fue validado mediante un análisis de juicio de expertos y una prueba piloto, asegurando su claridad y pertinencia en relación con los objetivos del estudio (Boateng et al., 2018).

A continuación, se presenta la tabla 1 de operacionalización de variables, que detalla la variable principal del estudio, “Percepción de los estudiantes sobre cálculo diferencial e integral,” desglosada en tres categorías de análisis: uso y aplicación, impacto en la formación académica y aprendizaje. Para cada una de estas categorías, se han definido indicadores específicos que permiten evaluar distintos aspectos de las percepciones de los estudiantes y la manera en que valoran la utilidad y relevancia del cálculo diferencial e integral en sus vidas.

La tabla 1 incluye también los instrumentos de recolección de datos correspondientes a cada indicador, representados en forma de preguntas de cuestionario. Estas preguntas están diseñadas para explorar en profundidad cómo los estudiantes perciben el valor práctico, académico y personal de los conceptos de cálculo diferencial e integral. En conjunto, esta tabla permite una clara estructuración de las variables del

estudio, facilitando la conexión entre las preguntas de investigación y los datos que serán recolectados.

Tabla1. *Operacionalización de variables*

Variable	Definición Conceptual	Categorías	Indicadores	Instrumentos de recolección de datos
Percepción de los estudiantes sobre cálculo diferencial e integral	Opinión y valoración de los estudiantes respecto a la utilidad, importancia y aprendizaje de los conceptos de cálculo diferencial e integral en su vida cotidiana, formación académica y en la mejora de sus habilidades.	<p>Uso y aplicación</p> <p>Formación académica</p> <p>Aprendizaje</p>	<p>- Utilidad percibida de los conceptos en la vida cotidiana.</p> <p>- Aplicación futura de los conceptos en el ámbito profesional.</p> <p>- Frecuencia de aplicación de los conceptos en la vida diaria.</p> <p>- Observación de aplicaciones reales en problemas diarios.</p> <p>Importancia de las materias de cálculo en la formación académica.</p> <p>- Relación del cálculo con otras materias estudiadas.</p> <p>- Percepción de las conexiones entre cálculo y otras materias en la necesidad del cálculo.</p> <p>- Opinión sobre la obligatoriedad del cálculo en el currículo académico.</p> <p>- Dificultad percibida en el aprendizaje del cálculo.</p> <p>- Relevancia del cálculo en la vida personal y futura.</p> <p>Importancia del cálculo para la vida.</p> <p>- Influencia en la toma de decisiones.</p> <p>- Mejora en habilidades de razonamiento y resolución de problemas.</p>	<p>¿Qué tanto consideras que los conceptos de cálculo diferencial e integral son útiles en la vida cotidiana?</p> <p>¿Qué tanto te imaginas usando los conceptos de cálculo diferencial e integral en un trabajo o proyecto en el futuro?</p> <p>¿Qué tanto has aplicado los conceptos del cálculo diferencial e integral en tu vida?</p> <p>¿Qué tanto los has visto aplicados en problemas reales en tu vida diaria?</p> <p>¿Qué tan importantes crees que son las materias de cálculo diferencial e integral en tu formación?</p> <p>¿Qué tanto se relaciona el cálculo con otras materias como física, química, economía?</p> <p>¿Las conexiones con otras materias hacen que el cálculo sea más necesario?</p> <p>¿Crees que debería ser obligatorio en media superior y superior?</p> <p>Pregunta: ¿Qué tan difícil te ha parecido aprender cálculo?</p> <p>¿Consideras importante aprender cálculo para tu vida?</p> <p>¿Crees que aprender cálculo influye en tu toma de decisiones?</p> <p>¿Consideras que brinda una mejor posibilidad de obtener empleo?</p> <p>¿Mejoró tus habilidades de razonamiento y resolución de problemas?</p>

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Este artículo presenta los fundamentos, metodología y marco teórico que sustentan el estudio de las percepciones de los estudiantes sobre el cálculo diferencial e integral, enfocándose en su utilidad, relevancia en la formación académica y su impacto en el proceso de aprendizaje. Si bien se han identificado las variables de interés y se ha diseñado el instrumento para la recolección de datos, los resultados de esta investigación aún no están disponibles al momento de esta publicación. Estos datos serán analizados y discutidos en profundidad en un próximo artículo de investigación, donde se reportarán los hallazgos específicos obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario y su análisis estadístico.

Este próximo artículo permitirá una comprensión más detallada y basada en evidencia de cómo los estudiantes valoran y perciben el cálculo diferencial e integral, aportando información relevante para el desarrollo de estrategias pedagógicas que faciliten una mejor comprensión y aplicación de estos conceptos en su vida académica y profesional.

Referencias

- Ausubel, DP, Novak, JD y Hanesian, H. (1978). *Psicología educativa: una perspectiva cognitiva*. Holt, Rinehart y Winston.
- Boateng, GO, Neilands, TB, Frongillo, EA, Melgar-Quinonez, HR y Young, SL (2018). Mejores prácticas para desarrollar y validar escalas para la investigación sanitaria, social y conductual: una introducción. *Frontiers in Public Health*, 6, <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00021>
- Cardona, L., & López, M. (2021). Estrategias activas en la enseñanza del cálculo y su impacto en la percepción de los estudiantes. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 12(2), 58-70. <https://hacer.org/10/j.latino.2021.02.001>
- Cháidez-González, J., González-Bañales, D. L., & Jaik-Dipp, A. (2021). Relación del desempeño docente y las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de cálculo diferencial. *INNODOCT 2021*, 345-352.
- Chi, MTH y Wylie, R. (2014). El marco ICAP: vinculación del compromiso cognitivo con los resultados del aprendizaje activo. *Educational Psychologist*, 49 (4), 219 <https://doi.org/10.1080/00131644.2014.941111>
- Creswell, JD y Creswell, JW (2023). *Diseño de investigación: enfoques cualitativos, cuantitativos y mixtos* (6ª ed.). Sage.

- Daza, G. y Garza, B. (2018). Actitudes hacia el cálculo diferencial e integral: Caracterización de estudiantes mexicanos de secundaria superior. *Boletín: Boletín de Educación Matemática*, 32 (
- Flores-Márquez, R., & Juárez-Camacho, M. (2020). Aprendizaje basado en problemas en cálculo: Una estrategia para mejorar la percepción estudiantil. *Educación Matemática*, 32(2), 45-62. <https://doi.org/10/j.e.202>
- Gibert Delgado, R. P., & Gorina Sánchez, A. (2023). Ecosistemas digitales de aprendizaje: una alternativa para el aprendizaje del cálculo diferencial e integral. *Universidad y Sociedad*, 15(4), 30-38.
- Gómez, C. A. (2021). Actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje del cálculo diferencial. *Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 13(1), 45-60. <https://hacer.o/1/j.de.202>
- Guzmán-Samayoa, J., & Delgado, P. (2022). La percepción de la utilidad del cálculo en estudiantes universitarios: Influencia en la motivación y rendimiento académico. *Matemáticas Universitarias*, 18(1), 78-89. <https://doi.org/10.1/j.m.2022.01>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw-Hill.
- Rivera, J. A., & Rodríguez, L. E. (2022). Percepciones de los estudiantes de ingeniería sobre la enseñanza del cálculo en el contexto universitario. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(2), 95-112. <https://hacer.org/10.10/j.ries.202>
- Sweller, J., Ayres, P. y Kalyuga, S. (2011). *Teoría de la carga cognitiva*. Español
- Tall, D. (2013). *Cómo aprenden los humanos a pensar matemáticamente: exploración de los tres mundos de las matemáticas*.



Revista MICA.
Volumen 7 No. 14.
ISSN: 2594-1933
Periodo: Julio - Diciembre de 2024
Tepic, Nayarit. México
Pp. 43 - 57
Recibido: septiembre 20 de 2024
Aprobado: noviembre 23 de 2024

La navegación y las matemáticas: laso indisoluble. Parte II

Navigation and mathematics: an inseparable bond. Part II

José Trinidad Ulloa Ibarra
Universidad Autónoma de Nayarit
jtulloa@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6382-7588>

Bárbara Nayar Olvera Carballo
UA Derecho UAN
barbara.olvera@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0009-0001-3773-7570>

María Inés Ortega Arcega
UACBI UAN
maria.arcega@uan.edu.mx
[https:// orcid.org/0000-0002-1058-8106](https://orcid.org/0000-0002-1058-8106)

Ana Luisa Estrada Esquivel
UACBI UAN
ana.estrada@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-2425-035X>

La navegación y las matemáticas: lazo indisoluble. Parte II

Navigation and mathematics: an inseparable bond. Part II

Resumen

La navegación marítima ha evolucionado significativamente desde los tiempos de Cristóbal Colón, quien utilizó herramientas rudimentarias y principios matemáticos básicos para trazar su ruta hacia el Nuevo Mundo. En contraste, la navegación moderna se basa en tecnologías avanzadas y cálculos precisos. Las fórmulas de Napier son esenciales para calcular distancias y ángulos, facilitando la triangulación en mar abierto. La Ley de Cosenos permite determinar la distancia entre dos puntos en la esfera terrestre, crucial para la navegación global. Además, la corrección por curvatura terrestre es fundamental para ajustar las mediciones en largas distancias, asegurando la precisión en la navegación actual

Palabras clave: matemáticas, navegación, napier, ley de cosenos.

Abstract

Maritime navigation has evolved significantly since the time of Christopher Columbus, who used rudimentary tools and basic mathematical principles to chart his route to the New World. In contrast, modern navigation relies on advanced technologies and precise calculations. Napier's formulas are essential for calculating distances and angles, facilitating triangulation on the open sea. The Law of Cosines allows the distance between two points on the Earth's sphere to be determined, crucial for global navigation. In addition, correction for Earth's curvature is essential for adjusting measurements over long distances, ensuring accuracy in today's navigation.

Keywords: mathematics, navigation, napier, law of cosines

Introducción

La conexión entre la navegación y las matemáticas es muy importante y ha sido durante mucho tiempo un área de interés para educadores e ingenieros. Las matemáticas proporcionan herramientas esenciales para el diseño, la integración y la evaluación de sistemas de navegación, así como para la formación de futuros pilotos y observadores.

La enseñanza de la navegación suele ser responsabilidad de los profesionistas del área con conocimientos de matemáticas, quienes deben adaptar los conceptos matemáticos básicos al entorno de navegación. Aunque los conceptos matemáticos requeridos no son complejos, sí requieren conocimiento de terminología técnica exclusiva de la navegación.

Las matemáticas aplicadas son esenciales en el diseño y la integración de sistemas de navegación. Esto incluye el uso de cinemática, ecuaciones que describen los sistemas de navegación y sus modelos de error, así como el filtrado de Kalman para mejorar la precisión y eficiencia de estos sistemas. Uno de los principales desafíos es la adaptación de conceptos matemáticos conocidos a un contexto de navegación, lo que implica aprender y utilizar terminología técnica específica. En la aplicación práctica, es crucial entender y manejar los modelos de error en los sistemas de navegación, así como aplicar técnicas avanzadas como el filtrado de Kalman para optimizar el rendimiento del sistema.

Los faros han desempeñado un papel vital en la navegación marítima a lo largo de la historia. Estas impresionantes estructuras no solo han guiado a los barcos de manera segura en el vasto océano, sino que también han servido como símbolos de esperanza y seguridad para los marineros. La historia y evolución de los faros es fascinante y se remonta a miles de años atrás, marcando hitos importantes en el desarrollo de la tecnología y la seguridad marítima.

Los primeros faros conocidos se remontan a la antigua Grecia y Roma. Estos faros tempranos eran básicos en su diseño, utilizando hogueras o antorchas para emitir señales luminosas a los marineros en búsqueda de guía. Uno de los ejemplos más famosos de estos faros antiguos es el Faro de Alejandría (Figura No. 1), construido en el siglo III a.C., que se considera una de las maravillas del mundo antiguo. Este faro majestuoso alcanzaba una altura de más de 100 metros y se dice que su luz podía ser vista a más de 50 kilómetros de distancia.



Figura No. 1. Faro de Alejandría

La navegación, desde los tiempos de Cristóbal Colón hasta nuestros días, ha sido una disciplina intrínsecamente ligada a las matemáticas, y en particular, a la trigonometría esférica. Esta rama de las matemáticas se ocupa del estudio de los triángulos sobre la superficie de una esfera, lo que resulta fundamental para realizar cálculos precisos en un planeta con forma geoide como la Tierra.



Fig. No. 2. Los cuatro viajes de Colón a América

Revisión bibliográfica

El origen de la navegación debe buscarse en la necesidad que los primeros hombres al esparcirse por la tierra tuvieron de atravesar los ríos que les impedían su marcha: en cuyo caso debieron fijar su reflexión en ver flotar sobre las aguas algunos cuerpos livianos y los troncos de los árboles desarraigados y arrebataados por la impetuosidad de los torrentes a las madres o cauces de los mismos ríos: y de aquí, presentárseles naturalmente los medios de vencer aquellos obstáculos con maderos, tablones o corchos con que formaron las primeras balsas, sin que para una invención tan sencilla y natural hayamos de recurrir al Príncipe de Eritra como lo hace Plinio, ni a buscarla entre los lidios como opina San Isidoro (Fernández, 2003).

Los mapas y sobre todo las cartas marinas anteriores al siglo XIX son considerados hoy día como objetos de arte, además de los útiles instrumentos que fueron en el pasado. El desarrollo de la navegación oceánica a comienzo del siglo XV, con la exploración primero de la costa occidental de África y luego el Caribe y la costa oriental de América, lleva a una

modificación de las cartas marinas debido a una nueva forma o arte de navegar. Sin embargo, las artes y cartas antiguas coexistieron con las nuevas hasta bien entrada la época moderna. Los problemas planteados por los cartógrafos requerían de una nueva matemática basada en la trigonometría plana y esférica y en el cálculo diferencial. Este último se desarrollará a lo largo de la última mitad del siglo XVII y la invención de los logaritmos a comienzos de dicho siglo, facilitará los cálculos de los cartógrafos y navegantes, (García, 2009).

Comparativa: Colón vs. Navegación Moderna

Aspecto	Cristóbal Colón	Navegación Moderna
Herramientas	Astrolabio, sextante, cartas náuticas	GPS, computadoras, software especializado
Precisión	Limitada por la precisión de los instrumentos y los cálculos manuales	Muy alta gracias a la tecnología satelital
Cálculos	Realizados a mano, utilizando tablas trigonométricas	Automatizados por computadoras
Conocimiento teórico	Basado en los conocimientos de la época, con una comprensión limitada de la forma de la Tierra	Fundamentado en una sólida base teórica de la trigonometría esférica y la geodesia

La habilidad de Colón como navegante: una mirada más allá del descubrimiento. La pregunta sobre si Cristóbal Colón era un buen navegante es más compleja de lo que parece a primera vista. Su logro de cruzar el Atlántico y "descubrir" América para Europa es indiscutible, pero esto no significa automáticamente que fuera un marino excepcional en todos los sentidos.

La trigonometría esférica ha sido y sigue siendo una herramienta esencial para la navegación. Desde los tiempos de Cristóbal Colón hasta nuestros días, los marinos y los navegantes han utilizado los principios de esta rama de las matemáticas para determinar su posición, trazar rutas y explorar el mundo (Varela, 1984). Aunque la tecnología ha avanzado significativamente, la comprensión de los conceptos básicos de la trigonometría esférica sigue siendo fundamental para cualquier persona que desee navegar de manera segura y eficiente.

Las fórmulas de Napier son un conjunto de relaciones trigonométricas que permiten resolver triángulos esféricos. Estas fórmulas, junto con la ley de los cosenos esféricos, son la base para una gran cantidad de cálculos náuticos. Por ejemplo, se utilizan para determinar la distancia entre dos puntos en la superficie terrestre, calcular el rumbo a seguir para alcanzar un destino o determinar la posición de un barco en alta mar.

La ley de los cosenos esféricos es una generalización del teorema de Pitágoras para triángulos esféricos. Esta ley establece una relación entre los lados y los ángulos de un triángulo esférico, lo que permite resolver una amplia variedad de problemas de navegación.

La Corrección por Curvatura Terrestre: Navegando en un Planeta Curvo. La Tierra no es plana, sino que tiene una forma aproximadamente esférica. Esta curvatura hace que las distancias y los rumbos se vean afectados, especialmente en largas travesías. La corrección por curvatura terrestre es un conjunto de cálculos que permiten ajustar las mediciones y los cálculos para tener en cuenta la forma de la Tierra.

Metodología

C. Fórmulas de Napier

Las fórmulas de Napier son una herramienta muy útil en trigonometría esférica. Vamos a describir paso a paso cómo un piloto podría usar estas fórmulas para calcular la distancia entre dos aeropuertos. Para este ejemplo, usaremos las fórmulas de Napier para los triángulos esféricos rectos.

Supongamos que queremos calcular la distancia entre el Aeropuerto A: Latitud 40°N , Longitud 75°W y el Aeropuerto B: Latitud 50°N , Longitud 30°W

Paso 1: Crear un triángulo esférico recto

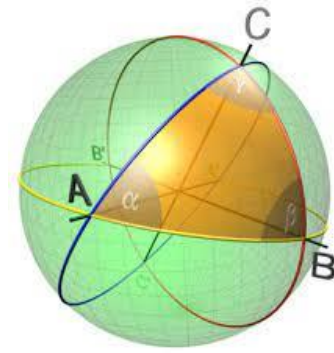
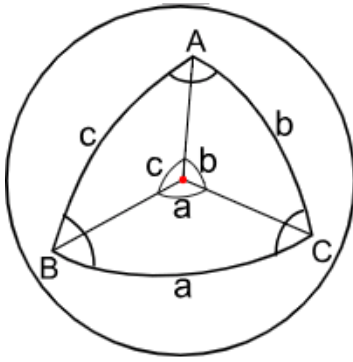


Figura No. 3. Triángulo esférico recto

El triángulo esférico recto es una herramienta matemática poderosa que simplifica significativamente los cálculos en la superficie esférica, siendo crucial en navegación, astronomía y geodesia. Su comprensión y aplicación son fundamentales para cualquier persona involucrada en estos campos. Es un triángulo sobre la superficie de una esfera que tiene uno de sus ángulos como ángulo recto (90°). Este concepto es particularmente útil porque simplifica muchos cálculos en trigonometría esférica. Sus características principales son: Tiene un ángulo recto (90°); se forma en la superficie de una esfera; sus lados son arcos de círculos máximos.

Entre los usos principales se tiene la Navegación Astronómica que sirve para calcular la posición de una embarcación o de una aeronave utilizando para esto observaciones de cuerpos celestes; además se puede determinar el acimut y la altura de una estrella. Las fórmulas clave de Napier son especialmente útiles para resolver triángulos esféricos rectos. Estas incluyen:

1. $\sin(a) = \tan(b) * \cot(C)$
2. $\sin(a) = \sin(c) * \sin(A)$
3. $\cos(c) = \cos(a) * \cos(b)$
4. $\cot(B) = \cos(b) * \tan(C)$
5. $\tan(a) = \sin(b) * \tan(A)$

Donde a , b , c son los lados y A , B , C son los ángulos opuestos a estos lados respectivamente.

Ejemplo de aplicación:

Supongamos que un navegante quiere encontrar su latitud observando la estrella Polar. El triángulo esférico recto se formaría con: el polo celeste; el cenit del observador y la posición de la estrella Polar

Usando el ángulo de elevación de la estrella Polar y las fórmulas de Napier, el navegante puede calcular su latitud.

Ventajas: simplifica cálculos complejos en la esfera; permite resolver problemas de navegación y astronomía con mayor facilidad; es la base para muchos algoritmos en software de navegación y astronomía.

Formamos un triángulo esférico usando:

- El polo norte (P)
- Los dos aeropuertos (A y B)
- Un arco de meridiano desde el polo al punto más cercano a B en el paralelo de A

Este arco de meridiano forma un ángulo recto con el paralelo, creando así un triángulo esférico recto.

Paso 2: Identificar los elementos del triángulo

- a : colatitud de A ($90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$)
- b : colatitud de B ($90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$)
- C : diferencia de longitud ($75^\circ - 30^\circ = 45^\circ$)
- c : distancia entre A y B (lo que queremos calcular)

Paso 3: Aplicar las fórmulas de Napier

Las fórmulas de Napier para triángulos esféricos rectos son:

$$1. \sin(a) = \tan(c) * \cot(C)$$

$$2. \cos(a) = \cos(b) / \sin(c)$$

$$3. \cos(b) = \cos(a) * \sin(c)$$

$$4. \tan(b) = \tan(c) * \cos(C)$$

$$5. \sin(C) = \sin(c) * \sin(b)$$

Paso 4: Calcular la distancia c

Usaremos la fórmula 5: $\sin(C) = \sin(c) * \sin(b)$

Reordenando: $\sin(c) = \sin(C) / \sin(b)$

Sustituyendo los valores:

$$\sin(c) = \sin(45^\circ) / \sin(40^\circ)$$

$$c = \arcsin(\sin(45^\circ) / \sin(40^\circ))$$

$$c \approx 51.15^\circ$$

Paso 5: Convertir a distancia lineal

La distancia angular (51.15°) se convierte a kilómetros multiplicando por el radio de la Tierra (aproximadamente 6371 km) y por $\pi/180$:

$$\text{Distancia} = 51.15 * (\pi/180) * 6371 \approx 5692 \text{ km}$$

Paso 6: Verificación (opcional)

El piloto podría verificar este resultado usando la fórmula del coseno de la trigonometría esférica:

$$\cos(c) = \sin(\varphi_1) * \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) * \cos(\varphi_2) * \cos(\Delta\lambda)$$

Donde φ_1 y φ_2 son las latitudes, y $\Delta\lambda$ es la diferencia de longitud.

Usando las fórmulas de Napier, se ha calculado que la distancia ortodrómica entre los dos aeropuertos es de aproximadamente 5692 km. Es importante notar que, en la práctica moderna, los pilotos generalmente usan computadoras de vuelo o software especializado para estos cálculos. Sin embargo, entender estos principios es crucial para la planificación de vuelos y para situaciones donde la tecnología pueda fallar.

D. Ley de Cosenos

La Ley de los Cosenos esféricos es una fórmula fundamental en trigonometría esférica, utilizada para resolver triángulos en la superficie de una esfera. Es especialmente útil en navegación, astronomía y geodesia.

Descripción teórica:

La Ley de los Cosenos esféricos establece que para un triángulo esférico con lados a , b , c (medidos en radianes o grados) y ángulos opuestos A , B , C respectivamente:

$$\cos(a) = \cos(b) * \cos(c) + \sin(b) * \sin(c) * \cos(A)$$

Esta fórmula se puede rotar para obtener expresiones equivalentes para $\cos(b)$ y $\cos(c)$.

Características importantes: Relaciona tres lados y un ángulo del triángulo esférico; permite calcular un lado desconocido si se conocen los otros dos lados y el ángulo opuesto al lado desconocido; Es análoga a la Ley de los Cosenos en geometría plana, pero adaptada a la superficie curva de una esfera.

Aplicaciones:

- Cálculo de distancias entre puntos en la superficie terrestre.
- Determinación de posiciones en navegación astronómica.
- Resolución de problemas en astronomía esférica.

Ejemplo práctico:

Supongamos que queremos calcular la distancia entre dos ciudades en la superficie de la Tierra:

Ciudad A: Latitud 40°N , Longitud 75°W

Ciudad B: Latitud 50°N , Longitud 30°W

Paso 1: Convertir las coordenadas a un triángulo esférico

- a: distancia angular entre las ciudades (lo que queremos calcular)

- b: colatitud de A = $90^{\circ} - 40^{\circ} = 50^{\circ}$

- c: colatitud de B = $90^{\circ} - 50^{\circ} = 40^{\circ}$

- A: diferencia de longitud = $|75^{\circ} - 30^{\circ}| = 45^{\circ}$

Paso 2: Aplicar la Ley de los Cosenos esféricos

$$\cos(a) = \cos(50^{\circ}) * \cos(40^{\circ}) + \sin(50^{\circ}) * \sin(40^{\circ}) * \cos(45^{\circ})$$

Paso 3: Resolver la ecuación

$$\cos(a) \approx 0.7120$$

$$a = \arccos(0.7120) \approx 0.7857 \text{ radianes}$$

Paso 4: Convertir a kilómetros

$$\text{Distancia} = 0.7857 * 6371 \text{ km} \approx 5006 \text{ km}$$

Donde 6371 km es el radio medio de la Tierra.

La distancia aproximada entre las dos ciudades es de 5006 km. Este ejemplo demuestra cómo la Ley de los Cosenos esféricos permite calcular distancias sobre la superficie terrestre utilizando solo las coordenadas geográficas de los puntos. Es una herramienta poderosa en navegación y geografía, permitiendo cálculos precisos que tienen en cuenta la curvatura de la Tierra. La Ley de los Cosenos esféricos es fundamental en la resolución de problemas más complejos en navegación, como la determinación de rutas óptimas y la planificación de vuelos de larga distancia.

E. Corrección por curvatura terrestre

La corrección por curvatura terrestre es un ajuste crucial en mediciones de larga distancia sobre la superficie de la Tierra, especialmente en topografía, geodesia y navegación. Esta corrección es necesaria porque la Tierra no es plana, y su curvatura afecta significativamente las mediciones a gran escala.

Descripción teórica: La curvatura terrestre causa que objetos distantes parezcan más bajos de lo que realmente son cuando se observan desde un punto elevado. Esto se debe a que la línea de visión tangente a la Tierra diverge gradualmente de la superficie curva.

La fórmula básica para la corrección por curvatura terrestre es:

$$C = D^2 / (2R)$$

Donde:

C = Corrección por curvatura

D = Distancia horizontal entre los puntos

R = Radio de la Tierra (aproximadamente 6,371 km)

Es importante notar que esta fórmula asume que la Tierra es una esfera perfecta, lo cual es una aproximación suficiente para la mayoría de las aplicaciones prácticas.

Aplicaciones: topografía y agrimensura; Ingeniería civil (diseño de carreteras, canales, etc.); Navegación marítima y aérea; Observaciones astronómicas

Ejemplo práctico:

Supongamos que estamos midiendo la altura de un faro distante desde la costa usando un teodolito.

Datos:

- Distancia al faro: 10 km

- Altura del teodolito sobre el nivel del mar: 5 m
- Lectura del teodolito (ángulo vertical): -0.05° (depresión)

Paso 1: Calcular la corrección por curvatura

$$C = D^2 / (2R)$$

$$C = (10,000 \text{ m})^2 / (2 * 6,371,000 \text{ m})$$

$$C \approx 7.85 \text{ m}$$

Paso 2: Calcular la altura aparente del faro

Usando trigonometría simple:

$$\text{Altura aparente} = 5 \text{ m} - (10,000 \text{ m} * \tan(-0.05^\circ)) \approx 13.72 \text{ m}$$

Paso 3: Aplicar la corrección

$$\text{Altura real} = \text{Altura aparente} + \text{Corrección}$$

$$\text{Altura real} = 13.72 \text{ m} + 7.85 \text{ m} \approx 21.57 \text{ m}$$

Paso 4: Considerar la refracción atmosférica (opcional)

La refracción atmosférica tiende a contrarrestar parcialmente el efecto de la curvatura terrestre. Una regla práctica común es que la refracción reduce el efecto de la curvatura en aproximadamente $1/7$.

$$\text{Corrección final} = 7.85 \text{ m} - (7.85 \text{ m} / 7) \approx 6.73 \text{ m}$$

$$\text{Altura real considerando refracción} \approx 13.72 \text{ m} + 6.73 \text{ m} \approx 20.45 \text{ m}$$

Sin la corrección por curvatura terrestre, habríamos subestimado significativamente la altura del faro. La medición inicial sugería una altura de solo 13.72 m, pero después de aplicar la corrección (y considerar la refracción), encontramos que la altura real es de aproximadamente 20.45 m.

Este ejemplo muestra la importancia de la corrección por curvatura terrestre en mediciones de larga distancia. Sin esta corrección, los errores pueden ser sustanciales, especialmente en aplicaciones que requieren alta precisión como la ingeniería civil o la navegación marítima. Es importante señalar que, en la práctica moderna, muchos instrumentos de medición y software especializado incorporan automáticamente estas correcciones, pero entender el principio subyacente sigue siendo crucial para los profesionales en campos relacionados.

Resultados y Conclusiones

La investigación sobre el uso de las matemáticas en la navegación marítima durante el descubrimiento de América revela que estas disciplinas fueron fundamentales para la planificación y ejecución de los viajes de exploración. Los navegantes, como Cristóbal Colón, dependían de cálculos precisos de distancia y tiempo, así como de instrumentos matemáticos como el astrolabio y la brújula, que les permitieron determinar su posición en el océano. Sin estos conocimientos, la exploración habría sido mucho más arriesgada y menos efectiva.

El astrolabio, un dispositivo basado en principios matemáticos y astronómicos, permitía a los navegantes medir la altura de los astros y calcular su latitud con razonable precisión. Este instrumento, junto con la brújula, que ayudaba a mantener una dirección constante, fue crucial para trazar rutas seguras en el vasto océano. La combinación de estos instrumentos facilitó la navegación y la exploración de nuevas tierras.

Las matemáticas también jugaron un papel vital en la cartografía. Los cartógrafos aplicaron principios geométricos y trigonométricos para crear mapas más precisos, lo que era esencial para la planificación de rutas y la identificación de obstáculos en el mar. La utilización de la trigonometría permitió a los navegantes calcular distancias y ángulos entre puntos de referencia, mejorando significativamente la precisión de los mapas de la época.

En conclusión, el uso de las matemáticas en la navegación durante el descubrimiento de América no solo facilitó la exploración, sino que también sentó las bases para el desarrollo de técnicas de navegación más avanzadas en el futuro. Sin estos avances

matemáticos, la capacidad de los exploradores para aventurarse en lo desconocido habría sido considerablemente limitada, lo que subraya la importancia de las matemáticas en la historia de la navegación.

Referencias

- Juan Antonio García Cruz. (2009). Cartografía, matemáticas y navegación: El arte de encontrar puerto. En *La Proporción: arte y matemáticas*
- Fernández M. (2003). *Disertación sobre la historia de la náutica y de las ciencias matemáticas*
- Varela, C. (1984). *Cristóbal Colón, Textos y documentos completos*. Madrid: Alianza Editorial,

:



Revista MICA.
Volumen 7 No. 14.
ISSN: 2594-1933
Periodo: Julio - Diciembre de 2024
Tepic, Nayarit. México
Pp. 58 - 91
Recibido: noviembre 03 de 2024
Aprobado: diciembre 27 de 2024

La predisposición al significar el lenguaje algebraico: El caso del CETMAR 34

The predisposition when meaning algebraic language: The case of CETMAR 34

Jorge Armando Rodríguez Carrillo
Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.34
carrillojro@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-6964-8325>

La predisposición al significar el lenguaje algebraico: El caso del CETMAR 34.

The predisposition when meaning algebraic language: The case of CETMAR 34.

Resumen

El presente trabajo analizó la predisposición del estudiante al significar el lenguaje algebraico, haciendo uso de la Deconstrucción; consideró el análisis de dos estudios, bajo el paradigma interpretativo, con un enfoque cualitativo, mediante la Investigación-Acción y contemplando estudiantes del CETMAR 34, aplicando instrumentos validados. Se evidencia que la Deconstrucción como estrategia de intervención favorece la competencia matemática; sin embargo, al aumentar ésta no significa que la predisposición para aprender también lo hará, tiende a mantenerse; se detectó una serie de factores que influyen en ella para el aprendizaje matemático. Considerando sólo lo cognitivo, se estableció que la predisposición persigue una marcada dualidad de la función del facilitador y el desempeño del estudiante, teniendo como fases: diagnóstico, estimulación, regulación y fortalecimiento.

Palabras clave: aprendizaje significativo | deconstrucción | lenguaje algebraico | dominio afectivo | predisposición

Abstract

The present work analyzed the student's predisposition when meaning algebraic language, making use of Deconstruction; considered the analysis of two studies, under the interpretive paradigm, with a qualitative approach, through Action Research and contemplating CETMAR 34 students, applying validated instruments. It is evident that Deconstruction as an intervention strategy favors mathematical competence; however, increasing this does not mean that the predisposition to learn will also do so, it tends to be maintained; a series of factors that influence mathematical learning were detected. Considering only the cognitive, it was established that the predisposition pursues a marked duality of the function of the facilitator and the performance of the student, having as phases: diagnosis, stimulation, regulation and strengthening.

Keywords: significant learning | deconstruction | language algebraic | affective domain | predisposition

Introducción

La investigación se desarrolló en el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar No.34 (CETMAR 34), ubicado en Zihuatanejo, Guerrero, México. Sin tratarse de una investigación longitudinal, abarcó los ciclos escolares 2021-2022 y 2022-2023, desde la asignatura de Álgebra, que representaba el primer contacto que tenía el estudiante con

Matemáticas, en su paso por la preparatoria, cuyo propósito señalaba la SEMS (2018): “Que el estudiante aprenda a identificar, analizar y comprender el uso del lenguaje algebraico en una diversidad de contextos; es decir, que logre significarlo mediante su uso” (p.12). Para David Ausubel, en el desarrollo de un aprendizaje significativo, según Barriga y Hernández (2010, p.30), existen dos elementos iniciales primordiales para la adquisición de este, es la actitud o una disposición para extraer el significado (producto de experiencias previas en el aprendizaje, una autovaloración y el contexto en que se desenvuelve) y los conocimientos o conceptos previos pertinentes; es decir, un elemento que proviene de lo cognitivo y otro desde lo afectivo.

Al respecto, desde lo cognitivo, la competencia matemática que presentaron los estudiantes a su ingreso, a través de la Evaluación Diagnóstica de Ingreso a la Educación Media Superior (EDIEMS), en por lo menos un 90%, se distribuye en niveles de desempeño bajo, “Débil” y “Atenuado”, con deficiencia en habilidades relacionadas a procesos algebraicos; mientras que, desde lo afectivo, se cuestionó a los jóvenes sobre experiencias (positivas y negativas) que vivieron en sus clases de Matemáticas; se logró identificar que, alrededor de un 50%, emitieron respuestas con palabras con detonación negativa. Conectando lo cognitivo y lo afectivo, se observó que el rendimiento académico influye en su estado afectivo; en este sentido, un estudiante con bajo rendimiento académico (para este trabajo, traído de secundaria y que puede verse reflejado en la EDIEMS) presenta un desinterés hacia el estudio, desconfianza en sí mismo, frustración, como producto de aspectos afectivos que ha ido experimentando y que lo van alejando de los escenarios de aprendizaje. Por el contrario, jóvenes con buen rendimiento o que han vivido situaciones favorables experimentan satisfacción, alegría, agrado por las Matemáticas y mantienen disposición para el trabajo. Al respecto (ver Tabla 1), se hace un registro de las emociones que experimentó el estudiante en sus clases de secundaria, su aprovechamiento de egreso y de su resultado en la EDIEMS.

Tabla 1.*Contraste rendimiento académico y afecto.*

Estudiante	Emociones regularmente experimentadas en las clases de Matemáticas en secundaria	Promedio de egreso	Resultado en la EDIEMS
1	Frustración	7.7	Débil
2	Preocupación y tranquilidad	8.0	Atenuado
3	Felicidad	8.9	Débil

NOTA DESCRIPTIVA: Los casos que se muestran dan evidencia de la relación que existe entre el rendimiento académico y el estado afectivo que vive el estudiante; en el caso de Estudiante 1, cuyo promedio de egreso fue de 7.7 y su resultado en la competencia matemática en EDIEMS fue Débil; las emociones que regularmente experimentó en sus clases de Matemáticas en la secundaria fue frustración cuyo motivo fue “porque en algunos problemas no entendía muy bien”; por su parte, el Estudiante 2 cuyo resultado en la EDIEMS es atenuado, que se puede considerar como medio, egresó con 8.0 y sus emociones en secundaria oscilaban en una neutralidad, pues iban de la preocupación a la tranquilidad, la razón “porque me preocupaba cuando no podía o no entendía un trabajo y tranquilidad cuando era fácil”. Finalmente, el Estudiante 3, con un promedio de egreso de 8.9, experimentó emociones de felicidad, el motivo “al aprender cosas nuevas”.

FUENTE: Elaboración propia, con base en información del formulario.

A pesar de que el estudiante debe contar con dos elementos básicos iniciales, conocimientos previos y una predisposición para aprender, no quiere decir que al no contar con ellos esté imposibilitado para lograrlo; dado que, de acuerdo con Shuell (1990) el aprendizaje significativo ocurre en un continuo, que comprende una serie de fases (inicial, intermedio y final) que transitan entre sí de manera gradual, no inmediata, y con ciertos momentos de traslape entre éstas. En consecuencia, los aprendizajes previos y la predisposición se van construyendo, de igual manera, siguiendo una trayectoria continua y gradual; sin embargo, aunque se tiene claridad cuando, desde lo cognitivo, el estudiante transita a un desempeño matemático alto; desde lo afectivo, no se tiene la precisión sobre el recorrido que sigue el estudiante.

Desde lo expuesto, se puede apreciar que no se trata de elementos aislados; por ejemplo, en dos de los tres estudiantes, el resultado de la EDIEMS en Matemáticas se asocia directamente con factores afectivos favorables o neutrales que regularmente experimentan en sus clases de Matemáticas, lo que permite suponer que atender la competencia matemática (cognición) impactará en la afectividad del estudiante. En este sentido, se reafirma que la predisposición, además de involucrar aspectos afectivos, considera elementos que surgen en los escenarios de aprendizaje y el rendimiento académico del estudiante. Para ello, siguiendo a Vargas (2011), el recorrido que sigue la predisposición del estudiante se concibió como objeto de estudio empírico de esta

investigación e impulsó a buscar una estrategia que además de facilitar la recuperación y movilización de saberes, en este caso, el de variable, promoviera un cambio de actitud, confianza y seguridad en la construcción de una predisposición para significar el lenguaje algebraico, tal como lo establece el propósito de la asignatura de Álgebra.

Con base en lo anterior, se buscó responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las partes o razones que componen el recorrido que sigue el estudiante en su predisposición al significar el lenguaje algebraico haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención docente? Para dar repuesta, se establecieron tres preguntas de acompañamiento, referida a los elementos que debe considerar la Deconstrucción como estrategia de intervención docente para favorecer la predisposición, el proceso e instrumentos que permitan medir ésta y la relación que existe entre la predisposición y el lenguaje algebraico al ser significado.

Por su parte, el estudio consideró un propósito general: Analizar la predisposición que mantiene el estudiante al significar el lenguaje algebraico, haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención docente, para la identificación de sus fases y las causas que la desencadenan. Asimismo, tres propósitos específicos que dieron pauta para consecución del general, que consistieron en aplicar una estrategia de intervención docente, identificar la predisposición en todo momento y caracterizar los factores que influyen en la predisposición de un estudiante al lograr un aprendizaje significativo.

Revisión bibliográfica (marco teórico)

A manera de antecedentes.

Aunque es cierto que la falta de conocimientos y de habilidades cognitivas abonan a un fracaso escolar; en Matemáticas, existe otro que, en ocasiones, es de mayor impacto que el anterior, la ausencia de disposición para el trabajo, motivación e intereses. Estos aspectos, ocurren tanto en el estudiante como en el profesor; surgiendo así el tema de Dominio Afectivo en la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas; aunque éste, empezó a aparecer en la década de los años 70 (Krathwoh et al, 1973) con la creación de una taxonomía y donde el dominio se categoriza en recibir, responder, valorar, organizar y

caracterizar; sin embargo, un problema que ha permanecido es encontrar una definición clara de qué es el afecto o el Dominio Afectivo (Gómez, 2000; Caballero et al, 2014). Se contempla a McLeod (1989) como uno de los referentes y quien se refiere al concepto como “un extenso rango de sentimientos y humores (estados de ánimo), que son generalmente considerados como algo diferente de la pura cognición, e incluye como componentes específicos de este dominio las actitudes, creencias y emociones” (p.245). Para el presente trabajo, se adoptó esta definición del concepto y se concibieron como componentes y descriptores básicos del mismo a las creencias, las actitudes y las emociones, como parte fundamental y cíclica con el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

Las creencias son una de los componentes del conocimiento subjetivo, implícito del individuo, que siguen un proceso de cambio constante (por estar basadas en la experiencia) tanto para el docente como para el alumno. Estudios al respecto (McLeod, 1992; Bermejo, 1996), han permitido distinguir categorías que van desde las creencias que se tienen sobre las Matemáticas, su enseñanza, acerca de la relación con el aprendiz y relación con el contexto social. Por su parte, las actitudes están referidas al agrado/desagrado que se tiene hacia las Matemáticas; Gairín (1990) señala que son instancias que predisponen y dirigen al sujeto sobre hechos de la realidad, filtran las percepciones y orientan el pensamiento para adaptarlo al contexto. Asimismo, señala que los factores personales, familiares y curriculares están relacionados con las actitudes hacia las Matemáticas. Por otro lado, estudios hechos por Martínez (2005), distinguen componentes actitudinales, Gómez-Chacón (2009), hace una clasificación de ellas; mientras que, García y Farfán (2017) plantean al saber matemático como un generador de actitudes. En cambio, las emociones son reacciones a un acontecimiento interno o externo y que es experimentada de manera individual, pues no todas las personas reaccionan de la misma manera. Son respuestas organizadas que van más allá de sistemas psicológicos, incluyendo lo fisiológico, cognitivo, motivacional y el sistema experiencial.

La valoración de cada uno de los descriptores se ha realizado por medio del diseño y aplicación de escalas tipo *Likert* de 5 puntos, por ejemplo, el elaborado por Caballero et al

(2014) para el registro de creencias, cuya fiabilidad es de 0.94; la escala EMMEC de Ursini et al (2004), cuyo grado de confiabilidad con *Alfa de Cronbach* es de 0.795, utilizada para medir las actitudes hacia las Matemáticas; por su parte, para el campo de las emociones, Carabin (2005) propuso un test de evaluación para medir la inteligencia emocional, por medio de un coeficiente emocional y los estudios recientes en Matemáticas, permiten el reconocimiento de las emociones que experimentan.

Conectando con la investigación; de acuerdo con la RAE, cuando se habla de predisponer, se refiere a preparar, disponer anticipadamente algo o el ánimo de alguien para un fin determinado (RAE, 2022), este ánimo se ve influenciado por factores, intrínsecos o extrínsecos, propios de la persona, como lo cultural, lo familiar, lo personal. En los procesos de enseñanza y aprendizaje, no ocurre lo contrario, la predisposición para aprender, de acuerdo con Bruner (1972, p.54), debe representar una de las características principales de una teoría de la instrucción que, desde un papel cognoscitivo, impulse al estudiante a una exploración de alternativas, a través de una activación, un mantenimiento y una dirección.

Por lo que, es indispensable, además de reconocer los descriptores del Dominio Afectivo (creencias, actitudes y emociones), identificar el clima del aula, la organización del grupo, el historial académico del estudiante y su competencia en la asignatura. Es decir, la predisposición de un estudiante parte de las experiencias que ha vivido, sí son de su agrado o desagrado frente al contenido a aprender y del estado anímico que presente en el momento. Al respecto, Rodríguez y Padilla (2019) señalan que la predisposición se ve afectada por la influencia de pares con escaso nivel de dominio curricular y que, además, los ambientes de convivencia deteriorada alteran las condiciones en que se suscita el aprendizaje, con incidencia negativa sobre los niveles de logro.

Por su parte, Cerda (2016) realizó un estudio sobre la utilización y adaptación de una escala para evaluar actitudes, emociones y creencias de los estudiantes sobre su competencia en Matemáticas. El instrumento empleado es un cuestionario tipo *Likert* de 13 ítems (Del Rey et al, 2011), distribuidos en tres dimensiones: Bloqueo emocional,

resistencia ante el aprendizaje de las Matemáticas y autoconfianza, cuya idoneidad requirió la realización de análisis factoriales, exploratorios y confirmatorios, cuyo valor de referencia es de 0.95. Afirma que un modelo de dimensión única (bloqueo ante las tareas Matemáticas) sí permite aproximaciones explicativas. Aunque no muestra el diseño de la escala, propone los ítems de la dimensión de bloqueo como un instrumento útil para medir la predisposición negativa ante las Matemáticas. Menciona que el instrumento podría denominarse Escala de Predisposición hacia las Matemáticas; sin embargo, no muestra su estructura total, los *ítems*.

De la información obtenida a partir de los textos consultados, se consideró lo realizado por las investigaciones actuales, que contemplan a las dimensiones del Dominio Afectivo (creencias, actitudes y emociones) como factores únicos que influyen en la predisposición del estudiante para el aprendizaje matemático; por separado, se han elaborado escalas con cada descriptor brindando información puntual del estudiante; sin embargo, las más recientes buscan profundizar y detectar las razones que desencadenan el estado anímico y afectivo del estudiante; en esa línea versa la presente investigación, a través de preguntas abiertas y la exploración; por otro lado, se consideró la integración de las tres dimensiones, como base, para la elaboración de una escala tipo *Likert* en la que además se consideró la identidad escolar y el trabajo en línea que generó el SARS-CoV-2, que forma parte de la familia “Coronavirus” y causó la enfermedad COVID-19; es decir, no sólo se centró la atención en el saber matemático sino en los demás factores que influyen en la dinámica de una escuela, en un curso ordinario, y cómo éstos contribuyen en un cambio favorable o con tendencia a éste en el estudiante para un aprendizaje significativo.

Socioepistemología.

Al igual que investigaciones en el tema afectivo (Ávila & Castro, 2014; Carrillo, 2006; García & Farfán, 2017), la presente se apoyó en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (Cantoral & Farfán, 1998), que considera cuatro dimensiones fundamentales para la construcción social del conocimiento matemático: la epistemológica, la cognitiva, la didáctica y la social. Su propósito radica en estudiar la construcción del conocimiento matemático situado; es decir, aquel que atiende las circunstancias y

escenarios socioculturales particulares. En tal sentido, la Socioepistemología es una rama de la epistemología que considera los factores sociales para la construcción del conocimiento matemático. En éstos, de acuerdo con Cantoral (2016, p.78), se ubican la motivación, la afectividad, la imaginación, la comunicación, los aspectos lingüísticos o culturales, que desempeñan un papel fundamental en la conformación de las Matemáticas entre los estudiantes. Con lo anterior y para los intereses de la investigación, fue conveniente reconocer y apoyarse de la dimensión social, la didáctica y la cognitiva.

La dimensión social.

Desde lo social, permitió estudiar el fenómeno social, el saber matemático al centro de un cambio en la predisposición; para ello, se reconoció a las creencias, las emociones y las actitudes como elementos que permiten detectar el impulso o resistencia que tiene el estudiante ante la actividad matemática. Transfiriendo al plano educativo, este impulso impacta en la motivación, que se ve influenciada por el clima escolar, a nivel escuela y aula, así como las cuestiones personales que envuelven al estudiante; surge como interés propio para aprender, como afición hacia quien le enseña, o bien, para la consecución de un estatus o reconocimiento de los demás.

En este sentido, el docente es el principal responsable de despertar el interés del estudiante por la actividad escolar, su atención y una motivación, desde la tarea misma. Para ello, requiere tener un pleno conocimiento de la competencia académica e intereses que persiga el estudiante, a fin de encausar su práctica acorde a su contexto, diseñando escenarios seguros e idóneos para un aprendizaje significativo, donde el conocimiento puesto en juego tenga sentido y sea atractivo, no por la escenografía que se monte sino por su uso; por lo que, el facilitador sólo debe ser guía y acompañante en el aprendizaje del estudiante.

Para conocer factores afectivos, como las emociones que experimenta el estudiante, durante su proceso de aprendizaje, recientemente se ha utilizado la Teoría de Estructura Cognitiva de las Emociones, la Teoría OCC (Ortony et al, 1988), conocida así por las iniciales de sus autores. La Teoría OCC apela al lenguaje e informes personales como

evidencias para entender las emociones; para ello, intenta especificar las emociones, que las clasifica en 22 tipos. Estas emociones son organizadas por la Teoría OCC haciendo una distinción por el tipo de reacción: ante los acontecimientos (ver Tabla 2), ante los agentes (ver Tabla 3) y ante los objetos (ver Tabla 4). Sin embargo, existen reacciones combinadas (ver Tabla 5), como el denominado bienestar/atribución.

Tabla 2.
Tipología de las emociones de la Teoría OCC, reacciones ante los acontecimientos.

Reacciones ante los acontecimientos				
Grupo	Emoción de identificación	Especificación del tipo de emoción	Expresiones (familia de emociones)	Ejemplo
Bienestar	Júbilo	(contento por) un acontecimiento deseable	Agradablemente sorprendido, alegre, complacido, contento, encantado, entusiasmado, eufórico, extasiado, feliz, gozoso, jubiloso, sentirse bien, etc.	El hombre se puso contento cuando supo que iba a recibir una pequeña herencia de un pariente lejano desconocido.
	Congoja	(disgustado por) un acontecimiento indeseable	Acongojado, añoranza, apesadumbrado, aturdido, conmovido, deprimido, desasosegado, descontento, desdichado, disgustado, duelo, enfadado, infeliz, mal de amores, sentirse a disgusto, sentirse mal, solitario, triste, etc.	El conductor se enfadó cuando se quedó sin combustible en la autovía.
Vicisitudes de los otros	Feliz por	(Contento por) un acontecimiento que se supone deseable para otro.	Contento por, encantado por, feliz por, etc.	Fred estaba feliz por su amiga Mary porque ella había ganado mil dólares.
	Lamentar por	(Descontento por) un acontecimiento presuntamente indeseable para alguna otra persona.	Compasión, lástima, lamentar por, simpatía, triste por, etc.	Fred se compadeció de su amiga Mary porque su marido murió en un accidente de automóvil.
	Resentimiento	(Descontento por) un acontecimiento que se supone deseable para alguna otra persona.	Celos, envidia, resentimiento, etc.	El ejecutivo tenía resentimiento por el gran aumento de sueldo otorgado a un colega al que consideraba incompetente.
	Alegría por el mal ajeno.	(Contento por) un acontecimiento que se presume indeseable para alguna otra persona.	Alegría por el mal ajeno, etc.	Los adversarios políticos de Richard Nixon se alegraron del mal ajeno con su ignominiosa salida del cargo.
Basadas en previsiones	Esperanza	(Contento por) la previsión de un acontecimiento deseable.	Anticipación, esperanza, esperar, excitación, excitación anticipatoria, expectación, etc.	Al pensar en la posibilidad de que le pidieran salir a bailar, la muchacha se llenó de esperanza.
	Miedo	(Descontento por) la previsión de un acontecimiento indeseable.	Amedrentado, ansiedad, aprensión, aterrorizado, miedo, nervioso, pavor, petrificado, preocupado, temblar de miedo, tímido, etc.	El empleado, al sospechar que no lo iban a necesitar en adelante, tenía miedo de ser despedido.
	Satisfacción	(Contento por) la confirmación de la previsión de un acontecimiento deseable.	Complacencia, cumplimiento de las esperanzas, satisfacción, etc.	La muchacha quedó complacida cuando se dio cuenta de que el muchacho de sus sueños le estaba pidiendo realmente ir a bailar.
	Temores confirmados	(Descontento por) la confirmación de la previsión de un acontecimiento indeseable.	Temores confirmados, etc.	Los temores del empleado se confirmaron cuando supo que iba realmente a ser despedido.
	Alivio	(Contento por) la refutación de la previsión de un acontecimiento indeseable.	Alivio	El empleado sintió alivio al saber que no iba a ser despedido.

	Decepción	(Descontento por) la refutación de la previsión de un acontecimiento deseable.	Decepción, desesperanza, frustración, perder las esperanzas, romper el corazón, etc.	La muchacha quedó decepcionada cuando se dio cuenta de que definitivamente no la iban a sacar a bailar.
--	-----------	--	--	---

NOTA DESCRIPTIVA: Se describen las emociones que surgen como reacciones ante los acontecimientos que se dividen en tres grupos: a) vicisitudes de los otros, considera las consecuencias para uno mismo de los acontecimientos que afectan a los demás; b) previsión y c) bienestar, ambos se concentran sólo en las consecuencias para uno mismo.

FUENTE: Elaboración propia con base en Ortony et al (1988).

Tabla 3.

Tipología de las emociones de la Teoría OCC, reacciones ante los agentes.

Reacciones ante los agentes				
Grupo	Emoción de identificación	Especificación del tipo de emoción	Expresiones (familia de emociones)	Ejemplo
Atribución	Aprecio	(Aprobación de) la acción plausible de otra persona.	Admiración, aprecio, consideración, estima, respeto, etc.	Los colegas del físico lo admiraban por su obra, que había merecido el premio Nobel.
	Reproche	(Desaprobación de) la acción censurable de otra persona.	Desdén, desprecio, indignación, menospreciar, reproche, repugnancia, etc.	Mucha gente despreciaba al espía por haber traicionado a su patria.

NOTA DESCRIPTIVA: Se describen las emociones que surgen como reacciones ante los agentes, distinguiéndose en un grupo denominado Atribución.

FUENTE: Elaboración propia con base en Ortony et al (1988).

Tabla 4.

Tipología de las emociones de la Teoría OCC, reacciones ante los objetos.

Reacciones ante los objetos				
Grupo	Emoción de identificación	Especificación del tipo de emoción	Expresiones (familia de emociones)	Ejemplo
Atracción	Agrado	(Agrado por) un objeto atractivo.	Adorar, afecto, amor, atracción, gustar, etc.	Mary se llenó de afecto cuando contempló a su hijo recién nacido.
	Desagrado	(Desagrado por) un objeto repulsivo.	Aborrecer, aversión, desagrado, detestar, disgustar, odio, repugnancia, repulsión.	John sintió tanto desagrado por el concierto que se salió antes de que terminara.

NOTA DESCRIPTIVA: Se describen las emociones que surgen como reacciones ante los objetos, que se registran en un grupo denominado Atracción.

FUENTE: Elaboración propia con base en Ortony et al (1988).

Tabla 5.

Tipología de las emociones de la Teoría OCC, reacciones simultáneas.

Reacciones simultáneas ante el acontecimiento y el agente				
Grupo	Emoción de identificación	Especificación del tipo de emoción	Expresiones (familia de emociones)	Ejemplo
Bienestar/atribución	Gratitud	(Aprobación de) la acción plausible de otra persona y (contento por) el acontecimiento deseable relacionado.	Agradecimiento, aprecio, gratitud, sentirse en deuda, etc.	La mujer estaba agradecida al desconocido por salvar la vida de su hijo.
	Ira	(Desaprobación de) la acción censurable de otra persona y (descontento por) el acontecimiento deseable relacionado.	Cólera, enojo, escandalizado, exasperación, furia, indignación, ira, irritación, ofendido, rabia.	La mujer estaba enfadada con su marido porque él se había olvidado de comprar en el supermercado.

	Complacencia	(Aprobación de) una acción plausible de uno mismo y (contento por) el acontecimiento deseable relacionado.	Autosatisfacción, autosuficiencia, complacencia, contento consigo mismo, etc.	El hombre estaba complacido por los logros de su hija.
	Remordimiento	(Desaprobación de) una acción censurable de uno mismo y (descontento por) el acontecimiento indeseable relacionado.	Enojo consigo mismo, penitencia, remordimiento, etc.	El espía sentía remordimiento por el daño que había hecho al traicionar a su país.

NOTA DESCRIPTIVA: Se describen las emociones que surgen como reacciones combinadas, el caso de los grupos Bienestar y Atribución.

FUENTE: Elaboración propia con base en Ortony et al (1988).

La dimensión cognitiva.

Desde lo cognitivo, se reconoció que el aprendizaje no surge del vacío; esto es, en la estructura cognitiva del ser humano existen conocimientos que han sido adquiridos, como producto de experiencias previas, bajo un lenguaje y representación personal. En este sentido, se precisa que no todos los estudiantes inician en las mismas condiciones ni cognitivamente (con conocimientos previos iguales) ni afectivamente (predisposición para aprender); por lo que, retomando el papel del profesor, la organización del saber debe pretender ser escalonada, progresiva, pero no lineal, a fin de resignificar el conocimiento que, en matemática educativa, de acuerdo con Camacho (2011), se "entiende como la acción de dar un nuevo sentido a los conceptos complicados de la matemática escolar" (p.159).

Por lo que, en la búsqueda de una estrategia de intervención se concibe que esta deba considerar una estimulación cognitiva, una construcción progresiva del saber matemático y el reconocimiento a los factores que influyen en su predisposición para el aprendizaje matemático; para ello, se hace la siguiente descripción:

- **Estimulador cognitivo.** Se parte del principio psicológico centrado en el aprendiz: factores motivacionales y afectivos, relativo al desarrollo de una motivación intrínseca, a través de una tarea de conocimiento básico, que hace la función de estimulador y le permite al estudiante control, toma de decisiones y la oportunidad de regularizar sus conocimientos previos.
- **Construcción del saber matemático, lenguaje algebraico.** Es fundamental el planteamiento de situaciones de aprendizaje que permitan la construcción de un

conocimiento situado, en este caso el concepto de variable y apropiarse de un lenguaje algebraico. Estas situaciones deben aludir a escenarios y ser acode a las circunstancias, contexto y necesidades de los estudiantes.

- **Desarrollo afectivo.** Resulta sustancial identificar los factores afectivos que ha experimentado el estudiante, antes, durante y después de las situaciones de aprendizaje; se analicen y se hagan modificaciones a las tareas.

La dimensión didáctica.

Se concibió como el espacio donde convergen escenarios contextuales que promueven y se movilizan los factores afectivos. Para ello, se consideró el uso de la Deconstrucción, introducido a la Filosofía y Literatura por Derrida (1985) quien afirma que deconstruir no es regresar hacia un elemento simple y tampoco es destruir, es un proceso individual y/o colectivo de búsqueda de nuevos significados y de sentidos innovadores; que como proceso no tiene final y su estructura es espiral y no lineal. Esto ha permitido que sea utilizado en otros campos del conocimiento; investigaciones en Matemática Educativa han acuñado el término, entre otros motivos, Ulloa (2012) como base para diseños de aprendizaje; mientras que, Cabrera y Cantoral (2013) para el análisis del desarrollo profesional del profesor, establecen que la deconstrucción del conocimiento matemático responde a la integración de diferentes fuentes de su conocimiento profesional; es decir, de su práctica docente.

En este sentido, el fin de la Deconstrucción de la función docente se centra en la creación de escenarios de aprendizaje. Cuando se habla de un escenario se refiere a un lugar en que ocurre o se desarrolla un suceso; en el plano educativo y desde el ángulo de la matemática educativa, un escenario de aprendizaje es cualquier sitio, lugar, zona en que se desarrollan una o varias situaciones de aprendizaje. Aunque son pocos los medios (textos, materiales, etc.) utilizados para la enseñanza de un conocimiento matemático que son producidos desde la Deconstrucción, éstos han sido objeto de su estudio; sin embargo, con base en lo expuesto y la propia experiencia como docente, se concibe que la deconstrucción de un escenario de aprendizaje debe considerar, por lo menos, las siguientes fases: reflexión, saber matemático, contextualización, recursos, plan de evaluación, clima

emocional, institucionalización y retroalimentación, en un ciclo interminable, cada fase con un proceso de deconstrucción particular que nutre a uno global.

Metodología

La investigación se situó en el paradigma interpretativo, dado que se construyó desde la realidad en sitio, con interacción de los sujetos de investigación y el fenómeno de estudio; se realizó bajo el enfoque cualitativo, dado que no pretendió validar hipótesis, evaluar modelos, ni teorías preconcebidas por medio de métodos matemáticos; su desarrollo consideró un diseño metodológico que resultó desde la Investigación-Acción educativa y la Ingeniería Didáctica; la participación de la Investigación-Acción, a través de la variante educativa, no centró su atención en un cambio radical de estructuras sociales o políticas del entorno, pero sí en cambiar las prácticas pedagógicas por conducto de la Deconstrucción para el diseño de situaciones didácticas y bajo el estudio de la relación profesor, alumno y saber. Con base en lo anterior, se definieron tres categorías de análisis (ver Tabla 6) para el desarrollo de la investigación y análisis de la información: (a) Dominio Afectivo, (b) El papel del facilitador y (c) Valoración cognitiva.

Tabla 6.
Categorías de análisis de la investigación.

Categoría de análisis	Subcategorías de análisis	Sujetos de estudio: Universo, población, muestra y muestreo.	Recolección de datos: Instrumentos y técnicas
C1. Dominio afectivo: Predisposición para aprender	SC1.1. Identidad escolar. SC1.2. Creencias. SC1.3. Actitudes. SC1.4. Emociones.	Paradigma: Interpretativo. Enfoque: cualitativo.	*Escala de valoración tipo <i>Likert</i> de 5 puntos. *Entrevista: cuestionario abierto. *Observación participante.
C2. EL papel del facilitador y su influencia sobre el saber matemático.	SC2.1. Deconstrucción de la función docente. SC2.2. Deconstrucción del saber matemático.	Diseño metodológico: Ingeniería Didáctica. Estudio Virtual 2021: Universo: 150 estudiantes. Población/muestra: 35 estudiantes.	*Análisis documental. *Prueba escrita: opción múltiple y abierta. *Modelo PAM: Situaciones de aprendizaje.
C3. Valoración cognitiva: Evaluación de aprendizajes.	SC3.1. Evaluación de aprendizaje. SC3.2. Evaluación formativa. SC3.3. Evaluación sumativa.	Muestreo: Método no probabilístico; tipo: "por conveniencia". Estudio Presencial 2022:	*Prueba escrita: opción múltiple y abierta. *Observación participante: notas de campo. *Análisis documental. *Escala estimativa. *Guía de observación. *Rúbrica. *Lista de cotejo.

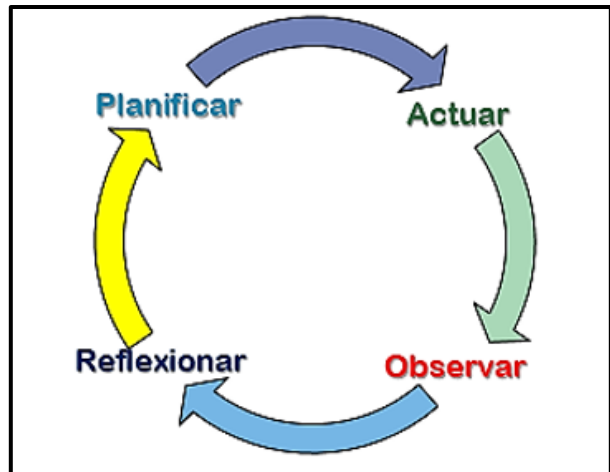
		Universo:122 estudiantes. Población/muestra: 36 estudiantes. Muestreo: Método no probabilístico; tipo: "por conveniencia".	
--	--	--	--

NOTA DESCRIPTIVA: Se detallan las categorías de análisis, que permitieron el desarrollo de la investigación.
 FUENTE: Elaboración propia con base al proyecto de investigación.

Desde la Investigación-Acción, se hizo uso del modelo de Kemmis (ver Figura 1), que a decir de Latorre (2005): "está integrado por cuatro fases o momentos interrelacionadas: planificación, acción, observación y reflexión. Cada uno de los momentos implica una mirada retrospectiva, y una intención prospectiva que forman conjuntamente una espiral autorreflexiva de conocimiento y acción" (p.35).

- Planeación.** Consiste en hacer un diagnóstico del objeto a enseñar y la población que aprenderá, partiendo de la problemática que se ha identificado y culminando con un plan de acción o la estrategia de intervención. Puede abarcar lo didáctico y lo cognitivo. Desde lo didáctico, se concibió a la Deconstrucción como un medio que desestructura el cuerpo del conocimiento; para ello, se apoyó del Modelo 3UV (tres usos de la variable), que integra los usos de la variable como incógnita, como número general y como relación funcional; además se consideró la representación de la variable como número específico; todo ellos, representados en marcos referenciales: verbal, algebraica, numérico/tabular y gráfica. Esta estrategia, respondió al programa de estudios de la asignatura de Álgebra (SEMS, 2018), permitiendo la distribución de los usos de la

Figura 1.
 Fases de la Investigación-Acción.
 Modelo de Kemmis.



NOTA DESCRIPTIVA: Se presenta el ciclo que sigue la Investigación-Acción, por medio de cuatro fases: Planeación, Acción, Observación y Reflexión.
 FUENTE: Elaboración propia con base en Latorre, 2005, p.35).

variable en tres cortes de evaluación (parciales) para atender aprendizajes de manera puntual y en respuesta a la distribución curricular de los contenidos (ver Tabla 7).

Tabla 7.
Aprendizajes que atiende cada uso de la variable.

Parcial	Uso de la variable	Aprendizaje que atiende
Primero	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje algebraico. • Número específico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transitan del pensamiento aritmético al lenguaje algebraico. 2. Desarrollan un lenguaje algebraico, un sistema simbólico para la generalización y la representación. 3. Expresan de forma coloquial y escrita fenómenos de su vida cotidiana con base en prácticas como: simplificar, sintetizar, expresar, verbalizar, relacionar magnitudes, generalizar patrones, representar mediante símbolos, comunicar ideas, entre otras. 4. Reconoce la existencia de las variables y distinguen sus usos como número general, como incógnita y como relación funcional. 5. Interpreta y expresan algebraicamente propiedades de fenómenos de su entorno cotidiano. 6. Evalúa expresiones algebraicas en diversos contextos numéricos.
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Número general. • Relación funcional. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocen patrones de comportamiento entre magnitudes. 2. Formula de manera coloquial escrita (retórica), numérica y gráficamente patrones de comportamiento. 3. Expresa, mediante símbolos, fenómenos de su vida cotidiana. 4. Reconoce fenómenos con comportamiento lineal o no lineal. 5. Representa, gráficamente, fenómenos de variación constante en dominios discretos.
Tercero	<ul style="list-style-type: none"> • Número general. • Incógnita. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simboliza y generalizan fenómenos lineales y fenómenos cuadráticos mediante el empleo de variables. 2. Opera y factorizan polinomios de grado pequeño. 3. Significa, gráfica y algebraicamente, las soluciones de una ecuación. 4. Interpreta la solución de un sistema de ecuaciones lineales.

NOTA DESCRIPTIVA: Relación del Modelo 3UV (número general, incógnita, relación funcional y número específico) y adicional como número específico, con los aprendizajes que atendió la asignatura.
FUENTE: SEMS (2018).

Desde lo cognitivo; la organización didáctica buscó una gradualidad en el aprendizaje, evitando caer, lo menos posible, en obstáculos cognitivos (Paralea & Socas, 1994); en este sentido, se va significando de manera progresiva, favoreciendo el logro de cada uno de los usos de la variable que, a decir de Ursini et al. (2005), el estudiante requiere identificar y transitar por distintos niveles de abstracción que caracterizan a cada uno de los usos, que caracterizan el Modelo 3UV. No obstante, en atención a la organización de aprendizajes que tiene el programa de estudios, se agregó a la "letra evaluada" de Küchemann (1980) que corresponde al valor específico que toma una variable.

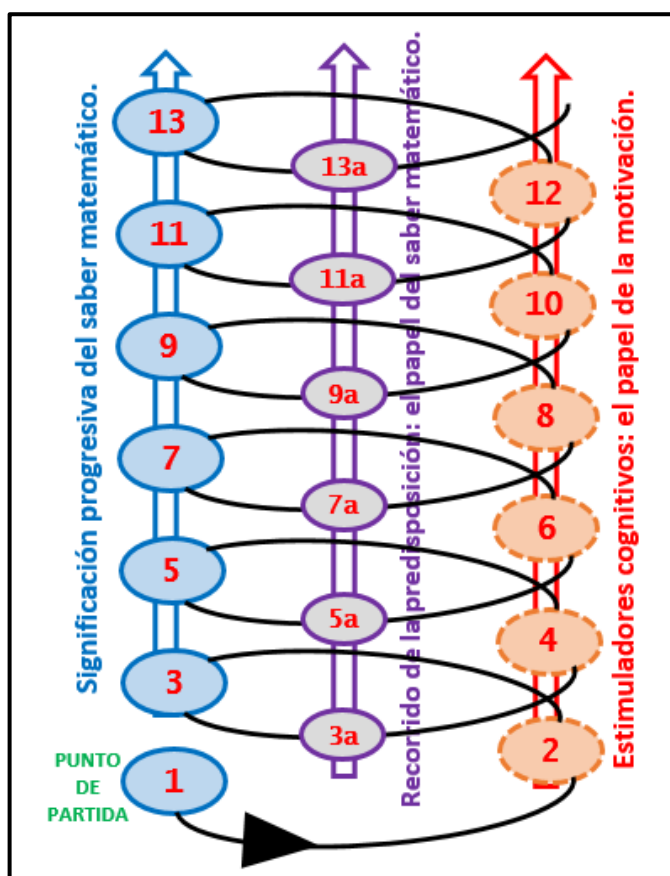
La articulación didáctica y cognitiva del lenguaje algebraico permitió diseñar una estrategia de intervención que se apoyó del Modelo PAM (ver Figura 2). Se compone de siete espiras, cada una representa una situación de aprendizaje, un logro para el estudiante y

una reflexión para el docente. Es decir, de manera general, cada espira refiere un significado, éste es puesto en funcionamiento en situaciones nuevas y, bajo el mismo esquema construido, se resignifica, produciendo conocimiento matemático. Así pues, se concibe un avance progresivo en su aprendizaje, a través de una estructura definida y que se adapta al ritmo y estilo de aprendizaje del estudiante, bajo cuatro momentos que experimenta en su proceso:

Momento 1, denominado "el diagnóstico como punto de partida", se vive en la primera situación de aprendizaje, sirve como punto de referencia, permite ubicar la competencia matemática y la afectividad hacia el aprendizaje de las Matemáticas, sus creencias, sus emociones y actitudes, que posee el estudiante al inicio del proceso, definiendo su predisposición para aprender Matemáticas. Para la competencia matemática, se aplicó la prueba de EDIEMS y una prueba, en particular, de situaciones problemáticas con la utilización de un lenguaje algebraico. Respecto a su identificación afectiva, se aplicaron preguntas abiertas sobre experiencias en sus clases de Matemáticas y una escala tipo *Likert*.

Momento 2, conocido como "estimulación cognitiva", se experimenta en las situaciones de aprendizaje, de la dos a las siete, antes y después de cada actividad de aprendizaje para la

Figura 2.
Modelo PAM.



NOTA DESCRIPTIVA: El Modelo PAM describe la estrategia de intervención que favorece la predisposición para el aprendizaje matemática al momento que éste se significa; considera, un punto de partida (diagnóstico), la estimulación cognitiva como papel de la motivación y la estructuración del saber matemático para una significación progresiva.
FUENTE: Elaboración propia.

construcción del saber matemático; busca motivar al estudiante por aprender a través de estimuladores cognitivos. Cada estimulador contiene situaciones problemáticas acorde a la competencia matemática del estudiante, que le permita adquirir confianza y seguridad; se revisan por medio de una heteroevaluación (el docente revisa procedimiento y resultado) y autoevaluación (una valoración que el estudiante hace de sí mismo sobre lo realizado).

Momento 3, denominado "significación progresiva", está representado por las actividades de aprendizaje de las situaciones, de la dos a la siete, cada actividad sugiere la puesta en juego del valor del uso de una fase, etapa o elemento del saber matemático en cuestión. La construcción del saber matemático; en este caso, el lenguaje algebraico, a través de la variable, surgirá como producto del trabajo de situaciones que representen escenarios socioculturales y/o hipotéticos, donde el estudiante de manera colectiva o individual logrará emerger el significado progresivamente, es decir, significa y resignifica. Cada situación atiende al saber matemático de manera gradual; se revisan los procesos de solución, individual y colectiva, en la interpretación de cada situación y cómo construye el saber.

Momento 4, denominado "recorrido de la predisposición", involucra la exploración de los descriptores afectivos, experimentadas, antes, durante y posterior al trabajo con los estimuladores cognitivos y las situaciones de aprendizaje. Una vez realizadas las actividades de aprendizaje para la construcción del saber matemático; se aplica un cuestionario abierto con las características que establece la Teoría OCC. Las respuestas se registran y se comparan con las emociones experimentadas en lo inmediato anterior.

Cada momento, se nutre de los datos que se recaban en los estimuladores cognitivos, actividades de aprendizaje y otros instrumentos que integran las situaciones de aprendizaje; en la uno, se diagnostica la predisposición y a partir de la dos se busca favorecer la misma, haciendo uso del saber matemático como generador de ella. Cada situación de aprendizaje permite su cobertura a través de los tres momentos que sugiere la SEMS (2013), apertura, desarrollo y cierre. La apertura, contempla recuperar los saberes, preconcepciones y conocimientos previos; en el desarrollo, se concibe la articulación de

saberes, de los conocimientos y preconcepciones previas con los nuevos; el cierre, se hace uso de los conocimientos construidos. El proceso de evaluación que acompañó la estrategia de intervención, fue continuo y consideró los elementos que recomienda el programa de estudios de la asignatura (SEMS, 2018), el Acuerdo número 8 del Comité del Sistema Nacional de Bachillerato (SNB, 2009) y el juego de saberes que el estudiante fue desarrollando, por medio de la Deconstrucción. En este sentido, se consideraron los siguientes tipos de evaluación: según su finalidad y momento y según el agente que lo realiza; en los que, además, del examen, se utilizaron instrumentos como la rúbrica y la escala estimativa, para registrar el desempeño de los estudiantes.

- **Acción.** El papel principal de esta fase es mejorar la práctica, este mejoramiento se da de los ajustes que se deriven de la misma Investigación-Acción, en nuevos ciclos. Para esta investigación, consistió en la implementación de las situaciones de aprendizaje que integraron el Modelo PAM, en los dos estudios realizados. El primero, denominado EV2021, fue considerado para un ambiente de aprendizaje virtual; el segundo, llamado EP2022, después de un ajuste, permitió la aplicación del Modelo PAM en un ambiente de aprendizaje presencial.

Respecto a los sujetos de la investigación, considerando que la muestra para un estudio cualitativo puede variar conforme se desarrolle; en el primer estudio, EV2021, inicialmente se contó con un universo de 150 estudiantes y una población que a la vez fue la muestra de 35 estudiantes; mientras que, en el segundo estudio, EP2022, al inicio consideró un universo de 122 estudiantes y una población/muestra de 36 estudiantes. En ambos estudios, se consideró lo que señala Hernández en Castro “si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra” (2003, p.69); para su selección, se utilizó la técnica de muestreo “muestras por conveniencia” que a decir de Hernández (2014) forman parte de la clasificación orientadas a la investigación cualitativa, están disponibles y son de fácil acceso para la recolección de datos.

Con la intención de mantener la confidencialidad y proteger la identidad de los estudiantes que participaron en la investigación, debido a que se concibió como

irrelevante para ella, se definió un código de identificación que se formó por las tres primeras letras de la palabra estudiante "EST", seguido de un cifra al azar de dos dígitos, tomados de 0 a 9 y, por último, el código asignado terminó con V o P, para diferenciar si se trata de un estudiante que formó parte del estudio virtual o presencial.

- **Observación.** Un tercer momento que vive la Investigación-Acción es la observación que recae en la acción, para ello, es necesaria la recolección de información a través de instrumentos que den evidencia sobre lo que se está investigando; para este trabajo, se utilizaron tres tipos de estrategias (interactivas): la entrevista, la observación participante y el análisis documental; usando medios audiovisuales: videgrabadora, grabador de audio y cámara fotográfica; así como aplicaciones digitales, dentro del universo de *Google* y *Microsoft*; lo anterior, utilizando instrumentos; tales como, cuestionarios, notas de campo y pruebas. La utilización de éstos fue acorde a cada uno de los momentos de la investigación y la estrategia de intervención.

Para los fines de esta investigación, la entrevista (individual) se desarrolló por medio de un cuestionario abierto, alineado a la Teoría OOC y considerando la estructura que ha sido empleadas en otras investigaciones (Dolores et al, 2018). La finalidad de este tipo de cuestionarios implicó identificar las emociones que el estudiante ha experimentado en Matemáticas en su trayectoria académica; así como, antes, durante y posterior, a la aplicación de las pruebas escritas, estimuladores cognitivos y situaciones de aprendizaje. Para el registro de las respuestas fue necesario establecer una codificación para el reconocimiento de los momentos afectivos; al analizar el discurso de los estudiantes, se centró la atención en dos elementos: la situación desencadenante y la palabra emocional, ya que esto da cuenta de la valoración de ellos. Por tal razón se estableció la siguiente codificación:

1. Una frase concisa que expresa todas las situaciones desencadenantes de las experiencias emocionales (en negritas).
2. Las palabras emocionales que expresan la experiencia emocional (en cursivas).

3. La variable de intensidad que afecta la emoción identificada (en corchetes).

- **Reflexión.** Es concebida como la fase de cierre del ciclo de la investigación, sin ser aislada de las anteriores; partiendo de los datos recolectados por parte de la observación, haciendo un análisis profundo de éstos, a través de una organización que permita una mejor interpretación, no importando si los resultados alcanzados son los que se esperaban; en ese marco, la Investigación-Acción es el medio que dará significado a la práctica pedagógica.

Resultados y Conclusiones

La presente investigación tuvo lugar en el CETMAR 34 y surgió como una necesidad de atender, cubrir e ir más allá de lo que sugería el programa de la asignatura de Álgebra que, en términos generales, proponía que el estudiante manipule el lenguaje algebraico en una diversidad de contextos y logre significarlo. El aprendizaje significativo se da un continuo y requiere contar con elementos esenciales, perteneciente a lo cognitivo y lo afectivo. Lo cognitivo considera los saberes previos y su conexión con los nuevos; desde lo afectivo, la predisposición que manifiesta el estudiante para aprender.

Con base en estos datos y de acuerdo al contexto en el que se desarrolló la investigación, se hizo frente a un primer reto, diseñar y aplicar una estrategia de intervención docente que favoreciera, en el estudiante, la significación del lenguaje algebraico y el análisis a la predisposición que sigue cuando lo logra; a la par del primero, un segundo reto, se centró en identificar la predisposición que presenta el estudiante en su proceso de significación. Después de lograr los retos anteriores, un tercero, implicó la caracterización de los componentes que influyeron en la predisposición manifiesta por los estudiantes que lograron significar el aprendizaje.

En atención al primer reto, derivó hacer uso de la Deconstrucción como una estrategia de intervención, dando lugar al Modelo PAM, estableciendo dos momentos importantes en ella: la atención/comunicación y el acompañamiento cognitivo-afectivo, conectando con la población que participó en el estudio permitió reconocer una ruta, por

parte de la Deconstrucción, que considera una atención híbrida, una comunicación fortalecida por *WhatsApp*, el diagnóstico de la predisposición y el saber matemático, siguiendo su desarrollo continuo.

Identificar estos elementos en los estudiantes, puso al investigador frente al segundo reto, pues requirió considerar instrumentos que, además de estar al alcance de ellos (incluido su contexto), sus resultados tuvieran validez, ya sea por expertos en el área o por procesos estadísticos. En este sentido, para la ubicación de los saberes previos, es decir, la competencia matemática que posee el estudiante en su ingreso al plantel, se utilizó la EDIEMS, en su versión 2021, para el EV2021, y la versión 2022, para el EP2022. Esta evaluación fue diseñada por expertos de diferentes subsistemas; aunada a ella, el autor de este instrumento elaboró otros que siguen un formato similar. Por su parte, respecto a la predisposición, para su identificación, además de las creencias, actitudes y emociones, se consideraron factores como la identidad escolar y el trabajo en línea (sólo para el EV2021), en atención a las condiciones de ubicación y contexto del plantel, por lo que, se tuvo que elaborar un instrumento (escala tipo *Likert*) y validar por procesos estadísticos, ambos por medio del *Coefficiente Alfa de Cronbach*; para el EV2021, el Coeficiente tuvo un valor de 0.813 y, para el EP2022, de 0.859.

La aplicación de los instrumentos y análisis de resultados dieron evidencia que los estudiantes que ingresan al plantel, en su mayoría, además de verlo como su primera opción educativa, dentro de los elementos esenciales para un aprendizaje significativo, poseen una competencia matemática débil; o bien, conocimientos matemáticos básicos y una predisposición para el aprendizaje matemático neutra. Aunado a este último rasgo, se detectaron características sobre su Identidad Escolar, que pueden generalizarse de la siguiente forma y que permiten determinar que ésta es favorable o con tendencia a ella:

- 7 de cada 10 estudiantes identifican que el CETMAR 34 tiene los requisitos que buscan en una preparatoria.
- 6 de cada 10 estudiantes identifican que la ubicación geográfica del CETMAR 34 no es elemento que les afecte.

- 6 de cada 10 se identifican con agrado hacia las instalaciones del plantel.
- 8 de cada 10 se sienten contentos de haber ingresado al plantel.
- 7 de cada 10 les parece agradable la convivencia que hay en el CETMAR 34.
- 8 de cada 10 recomendarían el CETMAR 34 entre conocidos, familiares y amigos.

Tras la aplicación de la estrategia de intervención, se pudo identificar que, en el EV2021 (ver Tabla 8), respecto a la competencia matemática, seis jóvenes culminaron su proceso con un nivel de desempeño "fuerte" y su predisposición se centró en una predisposición neutral, con una ligera tendencia desfavorable. Por su parte, en el EP2022 (ver Tabla 9), el desempeño del grupo en la competencia matemática colocó; en el primer corte, a 12; en el segundo, a 6; en el tercero, a 4, en un nivel "fuerte" y, en cuanto a la predisposición para el aprendizaje, esta se sitúa en una centralidad neutra, con tendencia favorable.

Tabla 8.

Resultados de inicio y cierre, estudio virtual 2021.

ESTUDIO VIRTUAL 2021: DIAGNÓSTICO			ESTUDIO VIRTUAL 2021: CIERRE		
Estudiante	Comp Mat	Predisp	Estudiante	Comp Mat	Predisp
EST01V	Débil	Neutra	EST01V	En Consol	Neutra
EST02V	Débil	Tend Favo	EST02V	Atenuado	Neutra
EST03V	En Consol	Tend Favo	EST03V	Fuerte	Tend Favo
EST04V	Débil	Neutra	EST04V	En Consol	Tend Favo
EST05V	Débil	Tend Favo	EST05V	En Consol	Tend Favo
EST06V	Débil	Neutra	EST06V	Atenuado	Neutra
EST07V	Atenuado	Tend Favo	EST07V	Atenuado	Neutra
EST08V	Débil	Neutra	EST08V	Atenuado	Neutra
EST09V	Débil	Neutra	EST09V	En Consol	Neutra
EST10V	Atenuado	Neutra	EST10V	En Consol	Tend Favo
EST11V	Atenuado	Tend Favo	EST11V	En Consol	Tend Favo
EST12V	Débil	Tend Favo	EST12V	Atenuado	Neutra
EST13V	Atenuado	Tend Favo	EST13V	En Consol	Neutra
EST14V	Débil	Neutra	EST14V	Débil	Neutra
EST15V	Débil	Tend Favo	EST15V	Atenuado	Neutra
EST16V	Débil	Neutra	EST16V	Atenuado	Tend Favo
EST17V	Atenuado	Neutra	EST17V	Atenuado	Tend DesFavo
EST18V	Débil	Neutra	EST18V	Fuerte	Tend Favo
EST19V	Débil	Neutra	EST19V	Atenuado	Neutra
EST20V	Débil	Neutra	EST20V	En Consol	Neutra
EST21V	Débil	Neutra	EST21V	En Consol	Neutra
EST22V	Débil	Tend Favo	EST22V	Fuerte	Tend Favo

EST23V	Atenuado	Tend Favo	EST23V	Atenuado	Tend Favo
EST24V	Débil	Tend Favo	EST24V	Atenuado	Neutra
EST25V	Débil	Neutra	EST25V	Atenuado	Neutra
EST26V	Débil	Tend Favo	EST26V	En Consol	Neutra
EST27V	Débil	Neutra	EST27V	Débil	Tend Favo
EST28V	Débil	Neutra	EST28V	En Consol	Neutra
EST29V	Débil	Neutra	EST29V	Fuerte	Neutra
EST30V	Débil	Tend Favo	EST30V	En Consol	Tend Favo
EST31V	Débil	Tend Favo	EST31V	Fuerte	Tend Favo
EST32V	Débil	Tend Favo	EST32V	Atenuado	Neutra
EST33V	Débil	Tend Favo	EST33V	Fuerte	Tend Favo

NOTA DESCRIPTIVA: En el EV2021, en la parte del cierre de su proceso; respecto a la competencia matemática, sólo dos estudiantes se ubicaron en un nivel de desempeño débil, 13 en atenuado, 12 en consolidación y seis en fuerte. Es decir, por arriba del 50% del grupo se trasladó en dirección a un nivel de competencia favorable. Por su parte, referente a la predisposición, un estudiante se registró con tendencia desfavorable, 19 con predisposición neutra y 13 con tendencia favorable.

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 9.

Resultados de inicio y cortes parciales, estudio presencial 2022.

PREDISPOSICIÓN INICIAL ESTUDIO PRESENCIAL 2022								
Estudiante	Diagnóstico		Corte 1		Corte 2		Corte 3	
	Comp Mat	Predisp	Comp Mat	Predisp	Comp Mat	Predisp	Comp Mat	Predisp
EST01P	Atenuado	Tend Favo	Fuerte	Favorable	Fuerte	Favorable	Fuerte	Tend Favo
EST02P	Débil	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo	Débil	Neutra	Débil	Tend DesFavo
EST03P	Débil	Neutra	Fuerte	Tend Favo	En consol	Neutra	En consol	Neutra
EST04P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Neutra	Fuerte	Neutra	En consol	Tend Favo
EST05P	Débil	Tend Favo	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	Débil	Neutra
EST06P	Débil	Neutra	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Neutra
EST07P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Neutra	En consol	Neutra	Atenuado	Neutra
EST08P	Débil	Tend Favo	En consol	Tend Favo	Débil	Tend Favo	Débil	Tend Favo
EST09P	Débil	Tend Favo	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	En consol	Neutra
EST10P	Débil	Neutra	En consol	Neutra	En consol	Neutra	Atenuado	Neutra
EST11P	Débil	Neutra	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Débil	Neutra
EST12P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo
EST13P	Débil	Favorable	Atenuado	Favorable	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo
EST14P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	En consol	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo
EST15P	Débil	Neutra	Fuerte	Neutra	Fuerte	Neutra	Atenuado	Neutra
EST16P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo
EST17P	Débil	Neutra	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Neutra
EST18P	Débil	Neutra	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo	Débil	Tend Favo
EST19P	Débil	Neutra	En consol	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST20P	Débil	Tend Favo	En consol	Tend Favo	Atenuado	Neutra	En consol	Neutra
EST21P	Débil	Neutra	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Neutra	Atenuado	Tend Favo
EST22P	Débil	Neutra	Débil	Tend Favo	Débil	Tend Favo	Atenuado	Neutra
EST23P	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST24P	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST25P	Débil	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Neutra	Atenuado	Tend Favo
EST26P	Débil	Neutra	Fuerte	Tend Favo	En consol	Neutra	Atenuado	Favorable
EST27P	Débil	Tend Favo	En consol	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST28P	Débil	Neutra	Fuerte	Tend DesFavo	En consol	Neutra	Atenuado	Neutra
EST29P	Débil	Neutra	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Tend Favo	Atenuado	Neutra
EST30P	Débil	Tend Favo	Fuerte	Tend Favo	En consol	Tend Favo	En consol	Tend Favo
EST31P	Débil	Neutra	Débil	Neutra	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra
EST32P	Débil	Tend Favo	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Débil	Neutra
EST33P	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	Débil	Neutra
EST34P	Débil	Neutra	Atenuado	Tend DesFavo	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST35P	Débil	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra	Atenuado	Neutra
EST36P	Atenuado	Neutra	En consol	Tend Favo	En consol	Tend Favo	En consol	Tend Favo

NOTA DESCRIPTIVA: En el EP2002, se puede observar, en el corte 1; la competencia matemática alcanzó cuatro en débil, 14 en atenuado, seis en consolidación y 12 en fuerte; respecto a la predisposición, dos en tendencia desfavorable, 15 en neutra, 17 con tendencia favorable y dos en favorable. En el corte 2; para la competencia matemática, se tuvo cuatro en débil, 18 en atenuado, ocho en consolidación y seis en fuerte; respecto a la predisposición, 23 en neutra, 12 tendencia favorable y uno en favorable. En el corte 3; en la competencia matemática, siete en débil, 19 atenuado, seis en consolidación y cuatro en fuerte; por su parte, en la predisposición, uno con tendencia desfavorable, 22 en neutra, 12 tendencia favorable y uno favorable.

FUENTE: Elaboración propia.

Al respecto, desde lo cognitivo, aunque los resultados de ambos estudios reflejan un número de estudiantes bajo en el logro de un aprendizaje significativo, se reconoce a la Deconstrucción como un medio que sí facilita el aprendizaje y próxima al estudiante a significarlo porque, de los 33 que conformaron el EV2021: 14 estudiantes subieron un nivel en su desempeño, 9 aumentaron dos niveles, 5 tres niveles y 5 quedaron igual, esto con respecto a su ingreso. En la predisposición para el aprendizaje, 9 disminuyeron un nivel, 19 quedaron igual y 5 aumentaron un nivel. Algo similar ocurrió en el EP2022 que, a pesar de los cortes de seguimiento que se consideraron, registró los siguientes cambios; para la competencia matemática, de los 36 estudiantes que integraron el estudio, 3 aumentaron en tres niveles, 6 en dos niveles, 20 aumentaron en un nivel y 7 quedaron igual; por su parte, en la predisposición para aprender, 3 subieron en un nivel 1 en dos, 7 disminuyeron en un nivel, 1 en dos, 24 quedaron igual. En este sentido, como una primera conclusión, se puede mencionar que, en ambos estudios, haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención logró que por encima del 80% de la población estudio subieran en al menos un nivel su competencia matemática.

Haciendo una extensión, conectando lo cognitivo y lo afectivo, considerando sus expresiones lingüísticas, el estado emocional de los jóvenes tendió a asociarse con el nivel de desempeño que alcanzó en las actividades de aprendizaje y/o estimuladores cognitivos; de tal manera que, en las situaciones que los estudiantes presentaron mejores resultados, experimentaron un estado emocional positivo y viceversa, en las situaciones con bajo rendimiento. En extensión, comparando el desempeño matemático y la predisposición para aprender (al inicio y al cierre), en el EV2021, se puede apreciar que **17 que aumentaron su desempeño mantuvieron su predisposición**, 7 que aumentaron disminuyeron su predisposición, 4 que aumentaron su desempeño también lo hicieron en su predisposición, 1 que quedó igual aumentó en la predisposición, 2 que quedaron igual también lo fue en su

predisposición y 2 que quedaron igual en competencia matemática disminuyeron su predisposición. Por otro lado, en el EP2022, **se detectó que 21 jóvenes que aumentaron su desempeño mantuvieron su predisposición**, 5 que aumentaron el desempeño disminuyeron su predisposición, 3 que aumentaron el desempeño también lo hicieron en su predisposición, 1 que quedó igual aumentó en la predisposición, 3 que terminaron con un desempeño igual también lo hicieron en su predisposición y 3 que quedaron igual en la competencia matemática disminuyeron su predisposición.

Lo anterior, permite construir una segunda conclusión, el desempeño del estudiante en su competencia matemática, aunque contribuye, no es determinante en su nivel de predisposición para el aprendizaje de dicho saber. Es decir, contrario a lo que se pensó al inicio de la investigación, si la competencia matemática aumenta no significa que su predisposición también lo hará; sin embargo, el comportamiento que se observa es que ésta tiende a mantenerse con respecto al inicio de su proceso de aprendizaje.

Al no tener una relación directa el desempeño matemático y la predisposición para aprender; analizando de manera puntual las situaciones de aprendizaje y entrevistas a jóvenes de desempeño bajo y alto, se detectaron una serie de factores que influyen en su predisposición para el aprendizaje matemático; entre ellos se ubican, factores cognitivos, factores de escolares, factores familiares, factores personales, factores afectivos. En este sentido, teorizando, se abona que para el logro de un aprendizaje significativo es necesaria la presencia favorable de éstos, de forma continua, a fin de resignificar el aprendizaje. Por lo que, la responsabilidad total no recae sólo en el profesor, quien sí es encargado de la organización curricular acorde a los conocimientos de donde parte el estudiante, bajo un ambiente idóneo y con proceso de evaluación continua.

Fases de la predisposición: los componentes en el recorrido al significar el lenguaje algebraico.

En atención al propósito general de la presente investigación: Analizar la predisposición que mantiene el estudiante al significar el lenguaje algebraico, haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención docente, para la identificación de sus

fases y las causas que la desencadenan. Se concibió su logro al responder la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las partes o razones que componen el recorrido que sigue el estudiante en su predisposición al significar el lenguaje algebraico haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención docente?

Ante la aseveración que se hizo de que la predisposición de un estudiante no necesariamente se relaciona directamente proporcional con su desempeño y al ser el aprendizaje un proceso continuo, en espiral y no lineal; al respecto, se concibe que la predisposición está sujeta a fluctuaciones que dependen de factores externos e internos a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Dentro de los factores externos se ubican los familiares, personales y escolares; mientras que, en lo interno, se pueden situar a los factores cognitivos y los afectivos.

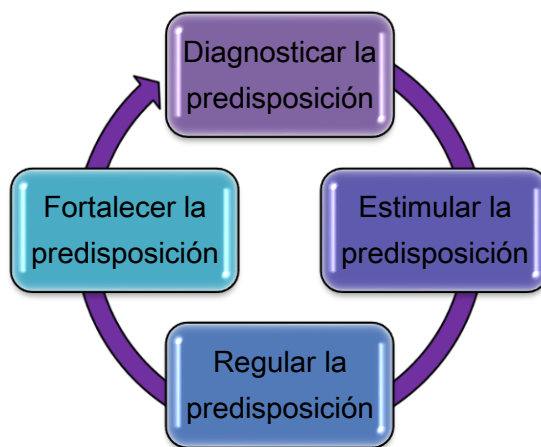
Respecto a lo afectivo, desde la Teoría OCC, el registro emocional que manifestaron los estudiantes que lograron significar el lenguaje algebraico; aunque su reacción hacia las Matemáticas no es tendenciosa hacia un gusto sino más bien neutral, éste se ve influenciado por la forma en que le es presentada la información, sí es o no fácil de resolver; así como de la explicación que le brindan. Aunado, su predisposición para aprender se fortalece por la reacción ante los acontecimientos, oscilando en los tres grupos (bienestar, vicisitudes de los otros y basadas en previsiones); los impulsa a tener un buen desempeño el reconocimiento que reciben de los demás y la felicidad que provocan en quienes los rodean, así como por el logro de resultados satisfactorios de los que asesoran. Por otro lado, a unos, los motiva el miedo a reprobar; a otros, a pesar del estrés o ansiedad que experimentan al resolver las situaciones de aprendizaje, conservan la esperanza de responder de manera correcta, para ello, buscan alternativas para lograrlo.

En cuanto a los factores cognitivos, la responsabilidad mayor recae en el facilitador encargado del curso, unidad o tema. Para ello es indispensable ubicar los aprendizajes que ya posee el estudiante, organizar una estructura curricular, que permita la articulación de saberes de manera gradual donde, de acuerdo a los resultados de ambos estudios, la Deconstrucción sería un medio viable y, finalmente, establecer un proceso de evaluación

continuo y formativo, con cortes definidos, que permitan ajustar la estrategia de intervención diseñada. Aunque estos factores no son determinantes para una predisposición favorable, sí inciden, de acuerdo a evidencias presentadas, en los factores afectivos y, por ende, tienen un peso específico en el aglutinamiento con el resto.

En este sentido, lo anterior, permite teorizar y establecer un ciclo que sigue la predisposición, ya sea en una situación de aprendizaje, una unidad o un curso. Por lo que, las partes que componen el recorrido que sigue el estudiante en su predisposición al significar el lenguaje algebraico haciendo uso de la Deconstrucción como estrategia de intervención docente, van de la mano y persiguen una marcada dualidad de la función del facilitador y el desempeño del estudiante. Se logró, distinguir cuatro fases: diagnosticar, estimular, regular y fortalecer (ver Figura 3).

Figura 3.
Fases de la Predisposición para el Aprendizaje Matemático.



NOTA DESCRIPTIVA: Se presenta el recorrido que sigue la predisposición para el aprendizaje matemático, considerando como medio a la Deconstrucción y un trabajo Dual de la función del docente y el desempeño del estudiante; se parte de un conocimiento que se reconoce a través de un diagnóstico, posterior, hay una estimulación cognitiva, por medio de problemáticas de fácil comprensión, seguido de una regulación que se asocia con la significación progresiva que va logrando en su desempeño el estudiante; por último, hay un fortalecimiento por el aumento en el desempeño de un compañero.

FUENTE: Elaboración propia con base en el análisis al estudio.

(a) Diagnosticar la predisposición. Considerando que el conocimiento no parte de la nada, al iniciar los procesos de enseñanza y aprendizaje es menester que el profesor reconozca, por medio de una evaluación diagnóstica, los conocimientos con que cuenta el

estudiante, que le permitan la adquisición de nuevos; para un aprendizaje significativo, además de este reconocimiento, es importante que se explore la predisposición que tiene el estudiante para aprender, considerando una diversidad de factores (como resultó en la presente investigación), cognitivos, afectivos, familiares, personales y ambientales.

Los instrumentos a emplearse, en esta fase, son amplios y pueden ir desde pruebas estandarizadas, elaboradas por un grupo de expertos, que si bien al ser generalizadas no son específicos para un contexto, brindan un panorama del nivel de desempeño con respecto a las competencias del grado de estudios. Adicional, el titular de la materia puede diseñar y aplicar una prueba acorde a las necesidades del programa de estudios y el contexto del estudiantado. Al respecto; por un lado, la EDIEMS sirve de medio para evaluar la competencia matemática; por otro lado, para conocer el nivel de predisposición del estudiante para aprender, además de realizar preguntas de exploración puede hacerse uso de escalas tipo *Likert*.

Identificados estos elementos permitirá al profesor tener un análisis profundo, realizar una organización curricular y realizar el diseño de una estrategia de intervención que atienda las necesidades reales de los estudiantes; la presente investigación brindó elementos donde la Deconstrucción se vuelve una opción viable. Aunado a ello, de las áreas de atención detectadas en el diagnóstico, se volvió fundamental que el profesor establezca una ruta de atención al estudiantado con temas fuera de lo educativo pero que intervienen en la predisposición y rendimiento académico de los alumnos; entre otros, desde lo personal, familiar y ambiente escolar.

(b) Estimular la predisposición. Ante una predisposición neutra, desfavorable o con tendencia a ésta para aprender, por parte del estudiante, la presente investigación dio evidencia que es posible motivar al estudiante a través de problemas matemáticos, haciendo uso de uno de sus principios, la estimulación cognitiva. Al respecto, el estudiante encuentra una motivación en la satisfacción de logro, referido a la facilidad con la que resuelven, activando así su interés en seguir aprendiendo. Lo anterior, da pauta a ir modificando su percepción personal sobre su rendimiento en matemáticas y emocionalmente va

modificando a una estructura que favorece el aprendizaje, desde reacciones hacia los acontecimientos, desde una situación de bienestar y de previsión, hasta reacciones hacia los objetos, en el agrado hacia las matemáticas.

En tal sentido, la estimulación de la predisposición requiere que el profesor diseñe situaciones problemáticas acorde a la competencia matemática del estudiante, pero con conexión al nuevo conocimiento, a fin de activarlo cognitivamente, regularizarlo académicamente y motivarlo a seguir aprendiendo. La organización del contenido debe contemplar, por lo mucho, dos marcos representacionales, para ello, la Deconstrucción del saber matemático se vuelve fundamental.

(c) Regular la predisposición. Evidencias de la investigación dan cuenta que los jóvenes que lograron un aprendizaje significativo, conforme van construyendo este o resignificando su aprendizaje, regulan su predisposición para aprender en un tipo favorable o con tendencia a ésta.

Para ello, haciendo uso de la Deconstrucción, el profesor es responsable de la organización de aprendizajes, desestructurar el contenido a enseñar a través de diversos escenarios que permitan el tránsito en diferentes marcos representacionales (verbal, tabular, gráfico y algebraico) y brinden un avance progresivo, registrado a través de instrumentos que evalúen su nivel de desempeño; en el estudiante, recaer el interés por aprender, la intención de continuar avanzando o mantener su logro académico y aumentar las satisfacciones en Matemáticas. Además, desde lo afectivo, trasciende su percepción de los descriptores del Dominio Afectivo hacia una modificación en el autoconcepto.

(d) Fortalecer la predisposición. Cuando el estudiante presenta una regularidad en una predisposición favorable o con tendencia a ésta, acompañada de un buen desempeño académico, es conveniente fortalecerla; para ello, se concibe que debe asumir el rol de asesor, brindar apoyo académico a un compañero de menor desempeño, que puede ser elegido por afinidad o a sugerencia del profesor. Ante tal aspecto, la presente investigación

dio registro que los estudiantes que se encuentran en tal situación tienden a ayudar (sin ver afectado su trabajo) a compañeros con dificultades en el aprendizaje.

El estudiante-asesor, establece, por un lado, vínculos con su compañero, que le permiten conocer más de él, identificar las problemáticas que enfrenta y compartir estrategias que le han favorecido para aprender; por otro lado, aumenta sus satisfacciones de logro, ahora consiguiendo que un compañero aprenda. En este sentido, sus emociones se centran en una felicidad por algo deseable para otra persona, vicisitud de los otros. Desde otro ángulo, la función del estudiante-asesor, permite identificar otras alternativas para aprender, conocer técnicas de estudio que favorezcan el aprendizaje, aumentando su desempeño y el deseo de saber; nutriendo su percepción de sí mismo, su autoconcepto.

La supervisión del profesor debe ser puntual, monitoreando en todo momento el acompañamiento que se brinda, de modo que la información sea compartida de la manera correcta y que no se dé al pie de la letra o de forma arbitraria, que provoque sólo copiar por parte del estudiante de bajo rendimiento.

Referencias

- Ávila, J. & Castro, E. (2014). Motivación hacia la matemática, experiencia de estudiantes de un curso inicial de cálculo universitario. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 26, pp. 1287-1295.
- Baptista, P., Fernández, C. & Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Barriga, F. & Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: Mc Graw Hill.
- Bermejo, V. (1996). *Enseñar a comprender las matemáticas*. Madrid: Síntesis, pp. 256-279.
- Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la instrucción*. México: UTEHA.
- Caballero, A., Guerrero, E. & Blanco, L. (2014). Construcción y administración de un instrumento para la evaluación de los afectos hacia las matemáticas. *Campo abierto*:

Revista de educación, 33, pp.47-72.

<https://mascvuex.unex.es/revistas/index.php/campoabierto/article/view/1549>

- Caballero, A., Cárdenas, J. & Gómez, R. (2014). El dominio afectivo en la resolución de problemas matemáticos: una jerarquización de sus descriptores. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 7, pp. 233-246.
- Cabrera, L. & Cantoral, R. (2013). La deconstrucción del conocimiento matemático: un medio para el análisis del desarrollo profesional del profesor. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 26, pp.1595-1603. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Cantoral, R. & Farfán, R. (1998). Pensamiento y lenguaje variacional en la introducción al análisis. *Épsilon* (42), 353-369.
- Cantoral, R. (2016). *Teoría Sociopistemológica de la matemática educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. 2a ed. México: Gedisa.
- Carrillo García, C. R. (2006). *¿Saber sin sentir? Una introducción al dominio afectivo* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional].
https://www.cicata.ipn.mx/assets/files/cicata/ProME/docs/tesis/tesis_maestria/2006/carrillo_2006.pdf
- Del Rey, R., Madera, E. & Ortega, R. (2011). Validation of CAT-Ma: an instrument of measure of the emotional impact of mathematics learning. *Proceeding of the 14th Biennial conference of the European association for Research on learning and instruction*.
- Derrida, J. (1985). Carta a un amigo japonés. En J. Derrida, *¿Cómo no hablar? Y otros textos*. *Suplementos Antrhopos* (13), 86-89.
- García, M. & Farfán, R. (2017). Una caracterización de actitudes hacia lo proporcional. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 30, pp. 57-66.
- Gómez, I. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- Gómez, I. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Educación matemática*, 21, pp. 5-32.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6ta ed.) México: McGrawHill.
- Hurtado, J. (2004). *Cómo formular objetivos de investigación*. Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

- Kemmis, S. (1989). Investigación en la acción. *Enciclopedia Internacional de la Educación*, 6, pp. 3330-3337.
- Krathwohl, D., Bloom, B. & Masia, B. (1973). *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. New York: David McKay Co., Inc.
- Latorre, A. (2005). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa* (p.35). España: GRAÓ.
- Martínez, O. (2005). Dominio afectivo en educación matemática. *Paradigma*, 26, pp. 7-34.
- McLeod, D. (1989). The role of affect in mathematical problem solving. *Affect and Mathematical Problem Solving: A New Perspective*, pp. 20-36.
- McLeod, D. (1992). *Research on affect in mathematics education: A reconceptualization*. New York: Macmillan, pp. 575-598.
- McLeod, D. (1994). Research on affect and mathematics learning in the JRME: 1970 to the present. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, pp. 637-647.
- Ortony, A., Clore, G. & Collins, A. (1988). *The cognitive structure of emotions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Paralea, M. & Socas, M. (1994). Algunos obstáculos cognitivos en el aprendizaje del lenguaje algebraico. *SUMA* (16), 91-98.
- Rodríguez, C. & Padilla, G. (2019). Predisposición positiva hacia el aprendizaje y ambiente de respeto en el rendimiento escolar de ciencias matemáticas: un modelo explicativo con ecuaciones estructurales. *Paradigma*, XI, 1, pp. 384-403.
- Shuell, T. (1990). Phases of Meaningful Learning. *Review of Educational Research*, 60, 4, 531-548.
- Subsecretaría de Educación Media Superior [SEMS](2018). Programa de Estudios del Componente Básico del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Campo disciplinar de matemáticas. Bachillerato tecnológico. Asignatura álgebra (p.12). Recuperado de <http://www.sems.gob.mx/curriculoems/programas-de-estudio>
- Ulloa, J. (2012). *Las prácticas de modelación y la construcción de lo exponencial en comunidades de profesionales: un estudio socioepistemológico*. Tesis de doctorado no publicada, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN, Cd. México, México.
- Ursini, S., Escareño, F., Montes, D., & Trigueros, M. (2005). *Enseñanza del álgebra elemental. Una propuesta alternativa*. México: Trillas.

- Ursini, S. & Sánchez, G. (2019). *Actitudes hacia las matemáticas. Qué son. Cómo se miden. Cómo se evalúan. Cómo se modifican.* México: UNAM.
- Ursini, S., Sánchez, G. & Orendain, M. (2004). Validación y Confiabilidad de una Escala de Actitudes hacia las Matemáticas y hacia las Matemáticas Enseñada con Computadora. *Educación Matemática*, 16, pp. 59-78.
- Vargas, X. (2011). *¿Cómo hacer investigación cualitativa?* México: Etxeta.



Revista MICA.
Volumen 7 No. 14.
ISSN: 2594-1933
Periodo: Julio - Diciembre de 2024
Tepic, Nayarit. México
Pp. 92 - 103
Recibido: octubre 03 de 2024
Aprobado: diciembre 16 de 2024

**"Dominó y Gamificación: Estrategias Innovadoras para la Enseñanza del
Cálculo Diferencial"**

**"Dominoes and Gamification: Innovative Strategies for Teaching
Differential Calculus"**

Brandon Paul Velázquez Guillén
Licenciatura en Matemáticas UAN
paulvela@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-6249-5560>

José Trinidad Ulloa Ibarra
Universidad Autónoma de Nayarit
jtulloa@uan.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-6382-7588>

Nidia Dolores Uribe Olivares
CBETIS 100
nidy98@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2525-4157>

María Inés Ortega Arcega
UACBI_UAN
maría.arcega@uan.edu.mx
[https:// orcid.org/0000-0002-1058-8106](https://orcid.org/0000-0002-1058-8106)

"Dominó y Gamificación: Estrategias Innovadoras para la Enseñanza del Cálculo Diferencial"

"Dominoes and Gamification: Innovative Strategies for Teaching Differential Calculus"

Resumen

Se presentan resultados del uso de la gamificación en matemáticas y se utiliza para facilitar la adquisición de conceptos y habilidades, motivando a los estudiantes. Esta estrategia ha demostrado ser un aliado eficaz en la enseñanza de Matemáticas, creando ambientes de aprendizaje colaborativos que promueven un rendimiento académico superior. El dominó diseñado con retos y objetivos permiten a los alumnos asimilar conceptos abstractos de manera práctica, aumentando su predisposición a aprender. La gamificación se basa en principios como el estatus visible, compromiso social, libertad de elección y retroalimentación rápida, que fomentan la comunicación y el trabajo en equipo. La implementación de herramientas gamificadas, como el juego de dominó, busca fortalecer el aprendizaje del cálculo diferencial y evaluar su impacto en la comprensión de la derivada

Palabras clave: Dominó, gamificación, cálculo diferencial, estrategias didácticas, aprendizaje significativo.

.Abstract

Results of the use of gamification in mathematics are presented and it is used to facilitate the acquisition of concepts and skills, motivating students. This strategy has proven to be an effective ally in the teaching of mathematics, creating collaborative learning environments that promote higher academic performance. Dominoes designed with challenges and objectives allow students to assimilate abstract concepts in a practical way, increasing their willingness to learn. Gamification is based on principles such as visible status, social commitment, freedom of choice and quick feedback, which encourage communication and teamwork. The implementation of gamified tools, such as the domino game, seeks to strengthen the learning of differential calculus and evaluate its impact on the understanding of the derivative.

Keywords: Dominoes, gamification, differential calculus, teaching strategies, meaningful learning.

Introducción

En el desarrollo del trabajo, la gamificación supondrá la utilización de juegos en el ámbito educativo para facilitar la adquisición de conceptos y habilidades, así como una fuente de motivación efectiva del estudiante. Los profesores que apoyan a los estudiantes a lo largo de su educación deben saber cómo utilizar dichas estrategias.

La Gamificación utilizada como estrategia para enseñar Matemáticas, se ha convertido en un gran aliado para los docentes. La aplicación de mecanismos de juegos en contextos educativos ha permitido desarrollar el proceso de enseñanza - aprendizaje en ambientes motivantes y colaborativos, conllevando alcanzar el aprendizaje significativo y por ende un mejor rendimiento académico en los estudiantes (Ortíz, G.; Guevara, C. 2021)

A los jóvenes les gusta el juego y por ello que cualquier actividad que les parezca divertida aumenta su motivación. En realidad, la motivación no es directa al aprendizaje, pero lo que está claro es que estas herramientas aumentan su predisposición a aprender y no genera rechazo como podría suponer el concepto de aprendizaje tradicional. La gamificación puede aplicarse en todas las asignaturas, desde matemáticas hasta ciencias sociales o música, y a través de ella pueden comprender conceptos abstractos de una forma más práctica (Lee y Hammer, 2011)

Cada juego debe ser diseñado con una serie de retos y objetivos que los alumnos deben conseguir. La esencia de la gamificación puede ser similar a la de un videojuego, según el jugador va superando los niveles, el juego se vuelve más difícil. Esto puede ser, por ejemplo, la asimilación de conceptos más abstractos o de problemas más difíciles de resolver. Lo que es cierto es que el nivel de dificultad no tiene límites y puede utilizarse en todas las etapas educativas,

La mayor parte de las herramientas de gamificación requiere que se utilicen en grupo. De esta forma los alumnos tienen que aprender a comunicarse y a trabajar conjuntamente para conseguir el objetivo.

Los principios comunes de diseño de juegos son los de estatus visible, compromiso social, libertad de elección, libertad para fallar y retroalimentación rápida (Dicheva, 2015). El estatus visible, informa a los estudiantes sobre el estado de finalización de una tarea o muestra a los estudiantes cómo están progresando. El compromiso social alimenta las supuestas necesidades de competencia contra individuos o equipos (O'Donovan, 2013), pero puede incluir proyectos de equipo y oportunidades de aprendizaje en grupo (Mak, 2013), así como cooperación e interacción con compañeros de clase (Landers & R., 2011). La libertad de elección implica que los estudiantes son libres de elegir cualquier tarea que

deseen completar. La retroalimentación rápida se refiere al contexto del juego que permite a los estudiantes recibir retroalimentación sobre su desempeño de aprendizaje.

La enseñanza de las Matemáticas se ha convertido en un verdadero reto para los docentes de ésta área, desde el punto de vista de (Torres-Maldonado & Girón-Padilla, 2009), muchos estudiantes se sienten poco o nada motivados al recibir sus clases de la forma tradicional, los alumnos se distraen o aburren con facilidad al tener que aplicar procesos de forma mecánica y acudir permanentemente a la memorización sin entender en ocasiones la temática tratada, como consecuencia; los resultados de ésta metodología tradicional se ven reflejados de forma negativa en el aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes.

De manera que, aplicar estrategias didácticas innovadoras como la gamificación en la enseñanza de las Matemáticas es muy importante como mencionan (Contreras & Eguía, 2016), puesto que se estaría aportando al fortalecimiento del aprendizaje de los estudiantes, la gamificación hace referencia a la utilización de mecanismos que pertenecen a los juegos adaptados a contextos cotidianos (Pascuas-Rengifo et al., 2017), con ésta estrategia se incentiva la atención de los estudiantes, al presentarles una forma atractiva y motivadora que a su vez reduzca el poco interés o el aburrimiento que muchos de ellos tienen hacia la asignatura de Matemáticas.

El objetivo general para el trabajo es fortalecer el aprendizaje de los conceptos fundamentales del cálculo diferencial mediante la implementación del juego de dominó como herramienta didáctica y evaluar el impacto del juego de dominó en la comprensión del concepto de derivada, la pregunta de investigación planteada es ¿Cómo influye el uso del dominó en la comprensión de conceptos fundamentales del cálculo diferencial?

Revisión bibliográfica

El cálculo diferencial es una rama de la matemática que permite resolver diversos problemas donde el cambio de las variables se puede modelar en un continuo numérico para determinar, a partir de ello, la variación de estos elementos en un instante o intervalo específico.

Al aplicarlo, es posible determinar el momento en que se da una tendencia al alza o a la baja del mercado a partir de los datos del índice bursátil, determinar la velocidad máxima que un vehículo puede alcanzar en una carretera, el comportamiento que puede mostrar a largo plazo la concentración de una mezcla o predecir el número de horas-hombre necesarias para un nivel de producción industrial; los anteriores son ejemplos de la amplia variedad de problemas que pueden resolverse gracias a esta disciplina.

Sin embargo, para el surgimiento del cálculo diferencial, la humanidad tuvo que recorrer un camino largo y tortuoso para dilucidar claramente las ideas que llevaron a la generación de los conceptos que permitieron su nacimiento.

Se ha observado que en el curso de Cálculo Diferencial muchos estudiantes encuentran con frecuencia problemas de aprendizaje de la matemática. La literatura que aborda dificultades en la enseñanza y aprendizaje del Cálculo es de las más amplias y antiguas dentro del campo de estudio de la Educación Matemática (e.g. Tall 1992, 1993, 2002). Asimismo, algunos autores confirman lo que las experiencias y observaciones de muchos profesores de Cálculo habían mostrado con anterioridad: “si bien se puede enseñar a los estudiantes a realizar de forma más o menos mecánica algunos cálculos [...] y a resolver algunos problemas rutinarios, se encuentran grandes dificultades para hacerlos alcanzar una comprensión satisfactoria de los conceptos y métodos de pensamiento que son el centro de este campo de las matemáticas” (Artigue, 1995, p.97).

Hurtado, (2008) en su artículo titulado construcción de un juego de dominó fundamentado en la lógica difusa publicada en Investigación revista en su edición número 13 del año 2008, en las páginas 47 a 81 argumenta que la construcción de un juego de dominó fundamentado en lógica difusa posee dos aspectos distintos; por una parte, el desarrollo de la aplicación como tal, bien sea lúdica o como herramienta de apoyo a la investigación, y por otra, el desarrollo de la estrategia inteligente que permita manejar la información difusa.

Por su parte Gutiérrez, Barajas, Palacios, Chala, y Romaña, (2011) en el estudio experimental realizado en la universidad de Chocó, Quibdó, Colombia, analizaron el uso de dominó como estrategia de enseñanza de la tetra valencia del carbono, el objetivo fue

utilizar dicho juego como herramienta de apoyo para la enseñanza, práctica y aplicación de la capacidad de enlace al tema.

Del mismo modo Coronel (2012) en el estudio titulado aplicación de un prototipo de dominó para la enseñanza y aprendizaje de las identidades trigonométricas, formuló como objetivo utilizar la estrategia para diversificar las funciones didácticas,

Metodología

Para el desarrollo del proyecto de investigación utilizó una metodología mixta, ya que combina elementos de investigación cuantitativa y cualitativa. La combinación de ambas metodologías permite obtener una visión más completa y detallada del impacto del uso del dominó en el aprendizaje del cálculo diferencial con estudiantes de ingeniería (Tashakkori y Teddlie, 2010)

Como metodología de investigación se aplicó la ingeniería didáctica que ha demostrado ser efectiva para el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje del cálculo diferencial, permitiendo la aplicación de secuencias didácticas para el aprendizaje de este tema (Manrique, Gallo, Prada, 2019).

Se trabajó con dos grupos, uno de ingeniería mecánica del área de ciencias básicas e ingeniería y el otro en ingeniería pesquera ambas de la Universidad Autónoma de Nayarit, siendo un total de 25 estudiantes.

Para la recolección de datos en una investigación educativa sobre el uso del dominó como apoyo para el aprendizaje del cálculo, se utilizaron:

1. Cuestionarios o encuestas
2. Observación
3. Test

Con respecto a las pruebas estadísticas que se recurrió a la prueba t de Student con la finalidad de examinar las diferencias entre dos muestras independientes y pequeñas que tengan distribución normal y homogeneidad en sus varianzas

Cómo muestra del diseño de material para realizar las actividades en la figura 1 se tiene una parte del dominó que se utiliza:

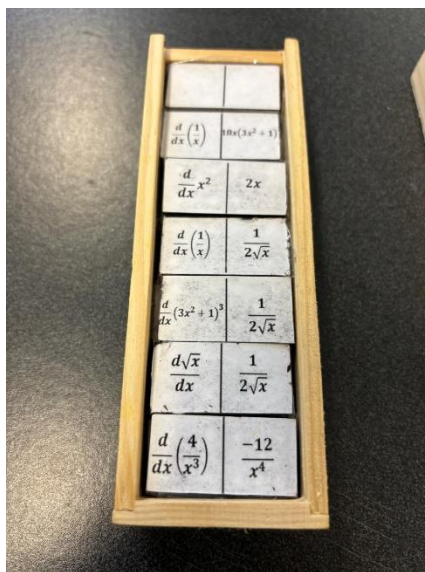


Figura 1: Fichas de dominó para cálculo diferencial

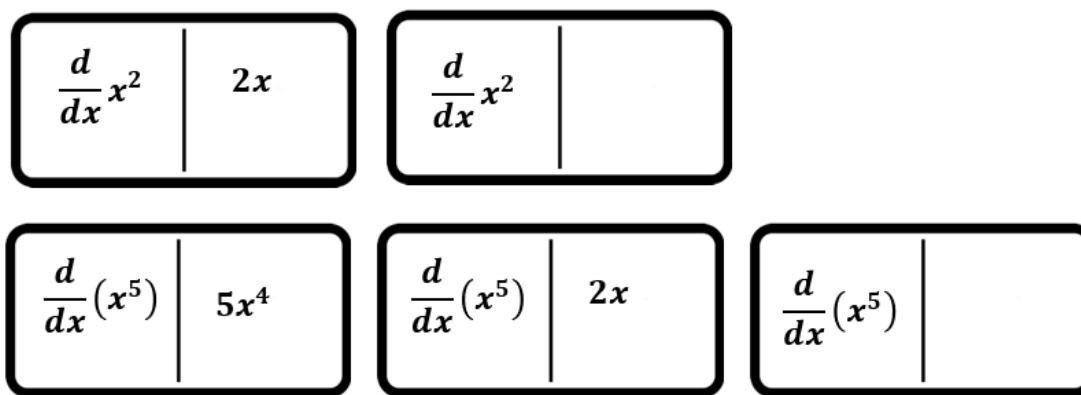


Figura 2. Detalle de algunas piezas del dominó

Resultados y Conclusiones

Primeramente, se recurrió a un breve examen (a priori) y enseguida se realizaron varias rondas de juegos.

Observaciones de la aplicación del domino de derivadas

Al entrar al aula y comenzar la clase se les explicó a los alumnos la dinámica que se realizará, todos manteniendo una actitud positiva al respecto. Primero se les realizó un pequeño cuestionario de derivadas sencillas, con un tiempo de 10 minutos para su realización. El resultado del cuestionario fue deficiente, ya que la mayoría de los alumnos erraron en aquellas derivadas algebraicas con exponentes y raíces.

Al terminar del cuestionario se realizó la primera ronda con el dominó, donde los alumnos empezaron lentos, tratando de resolver las derivadas y descifrar las derivadas que originan las respuestas. Para la segunda ronda el inicio fue más rápido, ya que pudieron familiarizarse con las derivadas, comprendiendo aquellas derivadas que tuvieron dificultades al contestar en el cuestionario. Para la tercera ronda, los estudiantes tuvieron una actitud bastante positiva y entusiasta con la actividad.

Se realizaron 5 rondas, donde la última se notó no sólo un interés por el juego, si no que se notaron con una mayor agilidad al jugar y manipular las piezas. Al término de la última ronda del dominó de derivadas, se realizó un cuestionario de integrales, con un tiempo de 10 minutos para resolverlo.

Sobre la encuesta de satisfacción aplicada:

Cuestionario de Satisfacción: Dominó de Derivadas en Cálculo Diferencial

Nombre:

Instrucciones: Evalúe cada afirmación marcando con una X el nivel de acuerdo según la siguiente escala:

1 = Totalmente en desacuerdo

2 = En desacuerdo

3 = Neutral

4 = De acuerdo

5 = Totalmente de acuerdo

1. El juego de dominó facilitó mi comprensión de las reglas de derivación.					
2. La metodología del dominó aumentó mi motivación para aprender cálculo diferencial.					
3. El juego me ayudó a identificar más rápidamente los tipos de funciones para derivar.					
4. Trabajar con el dominó redujo mi ansiedad hacia los problemas de derivación.					
5. La dinámica del juego mejoró mi capacidad para calcular derivadas.					
6. El dominó de derivadas me permitió practicar de manera más divertida los conceptos de cálculo.					
7. La interacción con mis compañeros durante el juego facilitó mi aprendizaje.					
8. Considero que el dominó es una herramienta útil para reforzar el aprendizaje del cálculo diferencial.					
9. El juego me ayudó a desarrollar estrategias para resolver problemas de derivación.					
10. Recomendaría utilizar el dominó de derivadas en otras sesiones de reforzamiento.					

El resultado de la encuesta aplicada después del uso del dominó, el 99% de los estudiantes evaluaron “Totalmente de acuerdo” y los resultados de las pruebas son los siguientes:

	E_APriori	E_Aposteriori
1	65	78
2	72	85
3	58	70
4	69	82
5	57	69

6	60	75
7	45	58
8	52	65
9	56	72
10	62	81
11	60	82
12	56	76
13	55	82
14	50	65
15	70	75
16	80	82
17	45	58
18	54	61
19	54	65
20	65	68
21	56	68
22	58	72
23	61	67
24	62	63
25	63	70

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	59,4	71,56
Varianza	65	63,7566667
Observaciones	25	25
Diferencia hipotética de las medias	0,5	
Grados de libertad	48	
Estadístico t	-5,5785181	
P(T<=t) una cola	5,4835E-07	
Valor crítico de t (una cola)	1,6772242	
P(T<=t) dos colas	1,0967E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2,01063476	

Dado que el estadístico t calculado es mayor en valor absoluto que los valores críticos de t y los valores p son significativamente bajos, se rechaza la hipótesis nula. Esto implica que hay evidencia estadísticamente significativa para apoyar la hipótesis

alternativa. El juego de dominó mejora la calificación de estudiantes después del uso del dominó)

Con los resultados de la propuesta se espera contribuir a mejorar el aprendizaje del cálculo diferencial e integral en las escuelas de la universidad y de otras instituciones, aunque la principal meta es a ayudar a los estudiantes a desarrollar una mejor comprensión de los conceptos básicos del cálculo diferencial, practicar y aplicar los conceptos y técnicas de la materia, y a superar las problemáticas que pueden dificultar su aprendizaje.

Con base en lo anterior el trabajo se puede aplicar para cálculo integral y algunas otras asignaturas, para ello debe analizarse la problemática y con ello diseñar el material que se considere adecuado para tal fin.

Después de trabajar con los grupos se encontró que es conveniente contar con juegos de dominó de diferentes niveles de complejidad y para diseñados con base en las características de la función a derivas, esto es: algebraicas, trigonométricas directas, trigonométricas inversas y exponenciales.

Referencias

- Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En M. Artigue, R. Douady, L. Moreno y P. Gómez (Eds.). Ingeniería didáctica en la educación Matemática. “Una empresa docente”. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Contreras, R. & Eguia, J. (2016). Gamificación en las aulas universitarias [Gamification in university classrooms]. <https://n9.cl/ttwhj>
- Coronel, J. (2012). Aplicación de un prototipo de dominó para la enseñanza y aprendizaje de las identidades trigonométricas en la universidad Popular del Cesar, seccional Aguachica.
- Dicheva, D. (2015). Gamificación en la educación: un mapeo sistemático de estudio. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 75.
- Gutiérrez, A., Barajas, D., Palacios, N., Chalá, I., & Romaña, E. (2011). Dominó del carbono: Estrategia para facilitar la enseñanza-aprendizaje de la tetravalencia del carbono. Colombia: Universidad tecnológica de Chocó, Quibdó, Colombia. Tesis de pregrado
- Hurtado, C. (2008). Construcción de un juego de dominó fundamentado en lógica difusa. Universidad del Valle, Calí Colombia, (pág. 47 a 81). Calí. Tesis de pregrado
- Ortiz, G.; Guevara, C. (2021). Gamificación en la enseñanza de Matemáticas. *EPISTEME KOINONIA*

- Lee, J. J. & Hammer, J. (2011). Gamification in Education: What, How, Why Bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2)
- Landers, R., & R., C. (2011). Casual Social Games as Serious Games: The Psychology of Gamification in Undergraduate Education and Employee Training. *Serious Games and Edutainment Applications*, 399-423.
- Mak, H. W. (2013). La gamificación de las conferencias universitarias en la Universidad de Michigan. *Gamification Corporation*, 8, 2-13.
- O'Donovan, S. (2013). Un estudio de caso en la gamificación de un curso de desarrollo de juegos a nivel universitario. *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference*, (págs. 242-251).
- Pascuas-Rengifo, Y., Vargas Jara, E., & Muñoz Zapata, J. (2017). Experiencias motivacionales gamificadas: una revisión sistemática de literatura [Gamified motivational experiences: a systematic literature review]. *Innovación Educativa (México, DF)*, 17(75), 63–80. <https://n9.cl/p915>
- Tall, D. (1992). Students' Difficulties in Calculus. Plenary presentation in Working Group 3, ICME. Québec. Canada. Recuperado de www.warwick.ac.uk/staff/...Tall/.../dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf
- Tall, D. (2002). Differing Modes of Proof and Belief in Mathematics, *International Conference on Mathematics: Understanding Proving and Proving to Understand*, 91–107. National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.
- Torres-Maldonado, H., & Girón-Padilla, D. A. (2009). *Didáctica General [General Didactics]*. <https://n9.cl/pu9w2>