

Aplicaciones del modelo heurístico “DONALD” en el Curso de Laboratorio de Matemática

Applications of the “DONALD” heuristic model in a mathematics laboratory course

Aplicações do modelo heurístico “DONALD” no curso de laboratório de matemática

Recibido: Junio 2023 Aprobado: Diciembre 2023 DOI: <https://doi.org/10.22490/27452115.7308>

Cliffor Jerry Herrera Castrillo. Doctor en Matemática Aplicada. Docente-Investigador Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí (FAREM-Estelí), UNAN-Managua. Estelí, Nicaragua. E-mail institucional: cliffor.herrera@unan.edu.ni ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

Donald Ariel Hernández Muñoz. Master en Matemática Aplicada. Docente-Investigador de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí (FAREM-Estelí) y la Universidad Nacional de ingeniería (UNI-Norte), UNAN-Managua y UNI-Norte. Estelí, Nicaragua. E-mail institucional: Donald.Hernandez@norte.uni.edu.ni ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8427-2946>

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de aplicar el Modelo Heurístico “DONALD” en la enseñanza y aprendizaje de un curso de Laboratorio de Matemáticas a nivel universitario. La metodología utilizada fue de enfoque mixto y tipo descriptivo, en la cual se examinaron las habilidades y destrezas adquiridas por una muestra de 36 estudiantes de la carrera de Matemáticas de la UNAN-Managua/FAREM-Estelí, mediante el uso de diversos *software*, aplicaciones y sitios educativos. Estos resultados respaldan la validez del modelo DONALD, el cual consta de diferentes etapas: definir finalidades-planificación, orientaciones iniciales, nueva Información, aplicación de ideas, logros y evaluación, y desarrollo de metodología en la fase virtual. Es importante destacar que este modelo fue originalmente diseñado para una asignatura de Física, pero demostró ser efectivo al ser aplicado en un contexto y disciplina diferentes. En conclusión, los hallazgos de este estudio tienen un alto valor para la comunidad educativa, ya que proporcionan una secuencia didáctica que integra las etapas presenciales y virtuales del proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objetivo de mejorar la formación intelectual de los estudiantes.

ABSTRACT

This article presents the results of applying the “DONALD” Heuristic Model in the teaching and learning of a Mathematics Laboratory course at university level. The methodology used was of a mixed approach and descriptive type, in which the skills and abilities acquired by a sample of 36 students of the Mathematics course at UNAN-Managua/FAREM-Estelí were examined through the use of different software, applications and educational sites. These results support the validity of the DONALD model, which consists of different stages: Define goals-planning, Initial orientations, New information, Application of ideas, Achievements and evaluation, and Development of methodology in the virtual phase. It is important to note that this model was originally designed for a Physics subject, but proved to be effective when applied in a different context and discipline. In conclusion, the findings of this study have a high value for the educational community, since they provide a didactic sequence that integrates the face-to-face and virtual stages of the teaching-learning process, with the objective of improving the intellectual formation of students.

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados da aplicação do Modelo Heurístico “DONALD” no ensino e aprendizagem de um curso de Laboratório de Matemática de nível universitário. A metodologia utilizada foi de abordagem mista e de tipo descritivo, na qual foram examinadas as competências e habilidades adquiridas por uma amostra de 36 alunos do curso de Matemática da UNAN-Managua/FAREM-Estelí, através da utilização de diversos softwares, aplicativos e sites educacionais. Esses resultados sustentam a validade do modelo DONALD, que consiste em diferentes etapas: Definição de propósitos-planejamento, Orientações iniciais, Novas informações, Aplicação de ideias, Conquistas e avaliação, e Desenvolvimento de metodologia na fase virtual. É importante notar que este modelo foi originalmente concebido para uma disciplina de Física, mas provou ser eficaz quando aplicado num contexto e disciplina diferente. Conclui-se que os achados deste estudo são de alto valor para a comunidade educacional, pois proporcionam uma sequência didática que integra as etapas presenciais e virtuais do processo de ensino-aprendizagem, com o objetivo de melhorar a formação intelectual dos alunos.

PALABRAS CLAVE:

enseñanza, aprendizaje, modelo didáctico, matemáticas, TIC.

KEYWORDS:

teaching, learning, didactic model, mathematics, ICT

PALAVRAS CHAVE:

ensino, aprendizagem, modelo de ensino, matemática, TIC.

INTRODUCCIÓN

En la actual era digital, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han transformado la manera en que la humanidad aprende y enseña (Ruiz-Corbella, 2023). Este cambio ha tenido un impacto notable en el campo de las matemáticas, gracias a la integración de estas herramientas tecnológicas en el proceso, (Medina, 2021).

La educación matemática desempeña un papel crucial en la formación académica, y la enseñanza de las matemáticas presenta un desafío constante tanto para educadores como para estudiantes. Para abordar esta situación, surge la oportunidad de incorporar modelos heurísticos, como el Modelo “DONALD”, en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque se presenta como una alternativa efectiva y participativa para desarrollar habilidades matemáticas. En este artículo se explorará la aplicación de dicho modelo en el contexto de un curso de Laboratorio de Matemáticas a nivel universitario.

La educación superior actualmente está sufriendo y se ha venido innovando para el desarrollo de competencias profesionales, para consolidar el crecimiento y posterior desarrollo del país. En este sentido, resulta ideal analizar las diferentes estrategias que los países de la región han llevado a cabo en las últimas décadas con el objetivo de capacitar a la población para hacer frente a la revolución tecnológica y científica en un contexto internacional cada vez más globalizado y formando así más profesionales de calidad, (Herrera, 2023, p. 166).

En este contexto, los modelos heurísticos han surgido como una metodología altamente efectiva para facilitar el aprendizaje de las matemáticas, con el valioso respaldo de las TIC. Estos modelos se fundamentan en el enfoque heurístico, el cual promueve

el razonamiento deductivo e inductivo, la resolución de problemas y la exploración activa por parte del estudiante. Al combinar los recursos tecnológicos con estrategias heurísticas, se genera un entorno de aprendizaje dinámico y estimulante que fomenta el pensamiento crítico y la comprensión profunda de los conceptos matemáticos.

Como plantean Hernández y Hernández, (2023)

Un modelo didáctico es una representación mental, que se aproxima a la realidad, que sirve para explicar el proceso de enseñanza aprendizaje, facilitar su análisis, mostrar las funciones de cada uno de los elementos (tipos de contenidos, objetivos de educación, papel del docente y estudiante, materiales didácticos, sistema de evaluación, entre otros) y finalmente, pretenden guiar la acción, por lo cual se basa en una teoría que debe ser comprobada en la práctica. (p. 47).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, un modelo didáctico es una herramienta conceptual que permite comprender y organizar los elementos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje. Su propósito es brindar una guía para la acción educativa respaldada por una teoría que debe ser probada y validada en la práctica. Es importante destacar que los modelos didácticos buscan orientar y dirigir la práctica educativa, proporcionando un marco teórico que debe ser puesto en acción y evaluado para verificar su efectividad y validez.

En este artículo se presenta un estudio que tiene como objetivo validar el modelo heurístico “DONALD” en el contexto del curso Laboratorio de Matemáticas a nivel universitario, con estudiantes de tercer año de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua) / Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí (FAREM-Estelí). Este mode-

lo se basa en la utilización pertinente de las TIC y en metodologías activas y participativas para enriquecer la experiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

MARCO TEÓRICO

La heurística, según Crespo (2007) es una disciplina científica que se puede aplicar en todas las ciencias y tiene como objetivo facilitar la búsqueda de soluciones para problemas no algorítmicos. Esta disciplina se basa en la elaboración de principios, estrategias, reglas y programas que ayudan en la resolución de diferentes tipos de problemas en diversos dominios científicos y prácticos.

La importancia de comprender que la heurística comprende la creación de principios, estrategias, reglas y métodos que facilitan la búsqueda de soluciones tiene un valor metodológico significativo en la planificación y organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Estos métodos pueden ser aplicados de manera efectiva utilizando las herramientas y recursos pertinentes de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Crespo (2007) también destaca que los procedimientos heurísticos se refieren a los métodos utilizados para llevar a cabo ciertas acciones, y en este contexto, se afirma que apoyan la ejecución consciente de actividades mentales complejas y exigentes. Estos procedimientos se dividen en principios, reglas y estrategias.

En relación con las aplicaciones del modelo heurístico “DONALD” en el curso Laboratorio de Matemática, se puede utilizar esta metodología para fomentar la resolución de problemas de manera creativa y no algorítmica. El modelo “DONALD” proporciona un marco estructurado que incluye principios, estrategias, reglas y programas para guiar a los estudiantes en la

búsqueda de soluciones a través de procesos heurísticos. Al aplicar este modelo, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de pensamiento crítico y analítico, así como la capacidad de abordar problemas complejos desde diferentes perspectivas. Además, el uso adecuado de las TIC puede potenciar aún más el proceso de aprendizaje, brindando a los estudiantes herramientas interactivas y recursos digitales que apoyen la aplicación de la heurística en el laboratorio de matemáticas.

TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

En el libro *Metodologías activas del aprendizaje* los autores Serna y Díaz (2013), plantean que el término TIC se fundamenta en tres componentes:

1. **Tecnología:** aumenta la eficiencia de actividades humanas mediante la aplicación del conocimiento científico, generando nuevos instrumentos, productos, lenguajes y metodologías.
2. **Información:** administración y consecución de datos que permitan desarrollar un proceso cognitivo de la información, tomando decisiones asertivas en determinado campo de acción.
3. **Comunicación:** socialización de la información, expresar nuestros pensamientos, sentimientos y deseos, coordinando el comportamiento de una sociedad. (p. 46)

Se debe tener en cuenta que las TIC aplicadas a la educación no garantizan la inclusión y la equidad social, así como tampoco la calidad académica y la innovación. Ya que muchas instituciones no tienen un modelo pedagógico bien definido para operar la educación a distancia.

Las instituciones educativas han optado por implementar de manera continua la habilitación tecnológica con el

objetivo de elevar el nivel educativo en todos los niveles, desde la educación primaria hasta la educación superior. Este enfoque se ha intensificado debido al continuo desarrollo de las tecnologías y a las circunstancias de salud a nivel mundial provocadas por el brote de la enfermedad por coronavirus (COVID-19).

Las TIC han llegado a las aulas y están señalando el camino hacia una transformación profunda del modelo educativo, en la cual tanto estudiantes como docentes se verán involucrados. En el ámbito de la educación superior, el uso de las TIC ha sido una tendencia constante en los últimos años, lo que ha permitido que las universidades amplíen gradualmente su habilitación tecnológica y adapten estas herramientas a los programas educativos.

López de la Madrid (2007), afirma que

Las TIC llegaron al aula para quedarse, computadoras, pizarras inteligentes, ipods, proyectores electrónicos, sistemas multimedia con navegación en línea que, proyectados en el aula, ponen al estudiante en contacto con bibliotecas, libros electrónicos, fuentes de datos, universidades, portales al conocimiento disciplinar, entre otros. La intermediación tecnológica conecta al aprendiz con el mundo, y se ha constituido en el principal factor de inducción al cambio y adaptación a las nuevas formas de hacer y de pensar.

Es evidente que el desarrollo alcanzado por las TIC en los últimos años requiere una actualización de las prácticas y contenidos del sistema educativo que sean acordes con la nueva sociedad de la información. Prácticamente no hay ningún ámbito de la vida humana que no haya sido impactado por este avance tecnológico: la salud, las finanzas, los mercados laborales, las comunicaciones, el Gobierno, la productividad industrial

y, por supuesto, la educación, entre otros.

Por lo tanto, resulta imperativo que el sistema educativo se adapte a este panorama cambiante y aproveche plenamente las oportunidades que las TIC brindan. Esto implica revisar y actualizar las prácticas pedagógicas, integrar de manera efectiva las herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y garantizar que los contenidos educativos sean relevantes y pertinentes para la sociedad de la información en la que vivimos. De esta manera se podrá preparar a los estudiantes de manera adecuada para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que ofrecen las TIC en todos los ámbitos de la vida.

La introducción de las TIC en las aulas pone en evidencia la necesidad de una nueva definición de roles, especialmente, para los estudiantes y docentes. Los primeros, gracias a estas nuevas herramientas, pueden adquirir mayor autonomía y responsabilidad en el proceso de aprendizaje, lo que obliga al docente a salir de su rol clásico como única fuente de conocimiento. Esto genera incertidumbres, tensiones y temores; realidad que obliga a una readecuación creativa de la institución escolar. (Lugo, 2010, p. 58)

Por ende, la UNESCO (2013), plantea: *Esta actualización implica en primer lugar un desafío pedagógico, para incorporar las TIC al aula y en el currículo escolar; la adecuación de la formación inicial y en servicio de los docentes, y políticas públicas que aseguren la implementación sistémica de reformas que impacten en los sistemas educativos de manera integral, lo que incluye asegurar la cobertura y calidad de la infraestructura tecnológica. Junto con esto, las TIC también presentan potenciales beneficios para mejorar la gestión escolar, lo que implica además preparar*

a directivos y administrativos en estas nuevas tecnologías. (p. 6)

El conocimiento se multiplica a un ritmo acelerado y se distribuye de forma prácticamente instantánea en la actualidad. El ámbito educativo ha experimentado una transformación notable, convirtiéndose en un espacio más reducido e interconectado gracias a las diversas plataformas, aplicaciones y redes sociales que apoyan el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estas herramientas tecnológicas han permitido derribar las barreras geográficas y facilitar el acceso a la información y al aprendizaje en cualquier momento y lugar. Los estudiantes y educadores pueden conectarse, compartir recursos, colaborar y comunicarse de manera más eficiente. Las plataformas educativas, las aplicaciones interactivas y las redes sociales ofrecen oportunidades para explorar y enriquecer el proceso educativo, fomentando la participación-activa y el intercambio de ideas.

Por eso la UNESCO (2013), sigue resaltando que a esto se suman, “las crecientes críticas a los modelos educativos y a los contenidos que forman parte del currículum actual y que en lo sustancial fueron diseñados para satisfacer las demandas de una sociedad muy distinta a la sociedad del conocimiento” (p. 14).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en su informe que tenía como lema “Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes”, UNESCO (2008), resaltó que:

Para vivir, aprender y trabajar con éxito en una sociedad cada vez más compleja, rica en información y basada en el conocimiento, los estudiantes y los docentes deben utilizar la tecnología con eficacia. En un contexto educativo sólido, la tecnología puede hacer

que los estudiantes adquieran las capacidades necesarias para:

- Utilizar las tecnologías de la información;
- Buscar, analizar y evaluar información;
- Resolver problemas y elaborar decisiones;
- Utilizar instrumentos de producción con creatividad y eficacia;
- Comunicar, colaborar, publicar y producir; y
- Ser ciudadanos informados, responsables y capaces de aportar a la sociedad, p. 2

La integración continua y efectiva de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje tiene un impacto significativo en el desarrollo de habilidades tecnológicas de los estudiantes. En este sentido, el rol del profesor como figura central en el proceso educativo es fundamental, ya que desempeña un papel clave al brindar apoyo para adquirir estas habilidades.

Es responsabilidad del profesor crear oportunidades de aprendizaje y un entorno propicio en el aula que facilite el uso de la tecnología por parte de los estudiantes. Esto implica proporcionar recursos tecnológicos adecuados, impartir instrucción en el uso de herramientas digitales, y promover la alfabetización digital y la competencia tecnológica. Además, el profesor debe fomentar la creatividad, la colaboración y la comunicación a través del uso de la tecnología, permitiendo a los estudiantes aprender, comunicarse y crear productos basados en el conocimiento.

MODELO DIDÁCTICO DONALD PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El modelo que se propone está definido como “Modelo Didáctico DO-

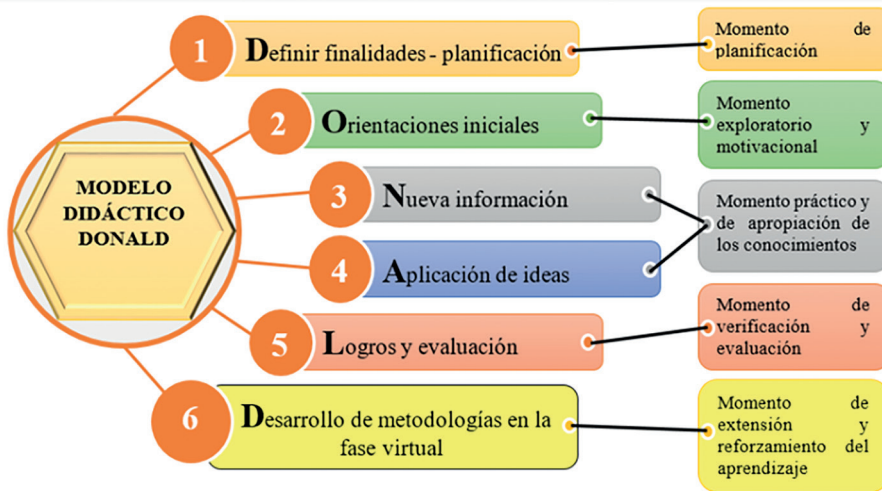
NALD”, cuyas siglas representan la implementación cíclicamente en seis etapas, que implica el cumplimiento de cada una de las fases de aprendizaje para luego poder avanzar a la siguiente. Se fundamenta en la teoría de la Pedagogía Instrumentalista de John Dewey, desde el punto de vista psicológico en la teoría del psicólogo ruso Lev Vigotsky y de lo sociológico, se sustenta en que la Universidad u escuela como institución debe reproducir los valores de la sociedad, (Hernández y Hernández, 2023, p. 55)

Tomar decisiones sobre qué enseñar y en qué orden no es una tarea sencilla. Por lo tanto, el modelo propuesto establece un proceso cíclico que requiere cumplir cada una de las fases de aprendizaje antes de avanzar a la siguiente. Las actividades didácticas se plantean como un conjunto de acciones que se llevan a cabo con el objetivo de fomentar el aprendizaje del estudiante. A través de estas actividades, se establecen las interrelaciones entre el contenido a enseñar, el profesor y el estudiante. A continuación, se describe detalladamente cada etapa del modelo propuesto.

El modelo propuesto se conoce como “Modelo Didáctico DONALD” y se implementa de manera cíclica a través de seis etapas. Este modelo se caracteriza por su enfoque heurístico, ya que se basa en modelos existentes y aprovecha metodologías activas en combinación con un uso adecuado de las TIC.

Es de suma importancia llevar a cabo la implementación de este modelo heurístico utilizando estrategias activas fortalecidas por el uso pertinente de las TIC en la educación de las matemáticas a nivel universitario. Estas estrategias deben adaptarse a las necesidades y demandas del siglo XXI, considerando las habilidades y competencias requeridas en el entorno actual.

Figura 1.
Etapas y momentos del modelo didáctico DONALD



Fuente: Extraído de (Hernández y Hernández, 2023, p. 57)

METODOLOGÍA

El enfoque de este estudio es mixto, ya que combina diferentes métodos, procedimientos y estrategias de investigación para examinar la validez del modelo DONALD en el curso de laboratorio de Matemática. Según Creswell (2009), este enfoque es común en el ámbito universitario, ya que permite utilizar aspectos cuantitativos para representar los resultados y elementos cualitativos para su interpretación, logrando así una complementación efectiva entre ambos enfoques.

El análisis de este estudio revela un enfoque esencialmente descriptivo, siguiendo la afirmación de Valle et al. (2022) de que “la investigación descriptiva puede desarrollarse con un enfoque cuantitativo o cualitativo” (p.15). El objetivo de este estudio es validar un modelo heurístico, para el aprendizaje de la matemática en la carrera de Matemáticas. Se busca describir los hechos y características de la evaluación en estas disciplinas, así como analizar los datos numéricos relacionados con las competencias adquiridas por los estudiantes. El estudio pretende brindar una visión cla-

ra y detallada de la realidad en el aula, con el propósito de mejorar la comprensión de la implementación de la evaluación por competencia en el ámbito universitario de estas carreras.

El estudio se llevó a cabo en la Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, ubicada en el barrio 14 de abril al noroeste de la ciudad de Estelí. Es importante mencionar que la facultad cuenta con cinco recintos universitarios, pero todas las operaciones administrativas y académicas se realizan exclusivamente en el Recinto Leonel Rugama Rugama, que es la sede principal.

Según Fuentelsaz (2004), la población es el conjunto de elementos o individuos que reúnen las características que se pretenden estudiar. La población de estudio estuvo conformada por 57 estudiantes de la carrera de Matemáticas de la UNAN-Managua/FAREM-Estelí, en la modalidad de profesionalización por encuentros (sábado).

En cuanto a la muestra, según Arias-Odón (2012), es un subconjunto representativo y finito extraído de la

población accesible. Una muestra representativa se caracteriza por tener un tamaño y características similares al conjunto total, lo que permite realizar inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido. En este estudio la muestra es de 36 estudiantes de tercer año de la carrera de Matemáticas.

El método de muestreo utilizado en este estudio es no probabilístico, específicamente el muestreo por conveniencia. Según Cabezas et al., (2018), este tipo de muestreo se realiza simplemente por razones de conveniencia, sin conocer la probabilidad que tienen los elementos de la población para formar parte de la muestra.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se presentará el proceso de validación del modelo heurístico DONALD en un curso de Laboratorio de Matemática. Para llevar a cabo esta validación, se seguirá una secuencia didáctica que se describe en detalle a continuación.

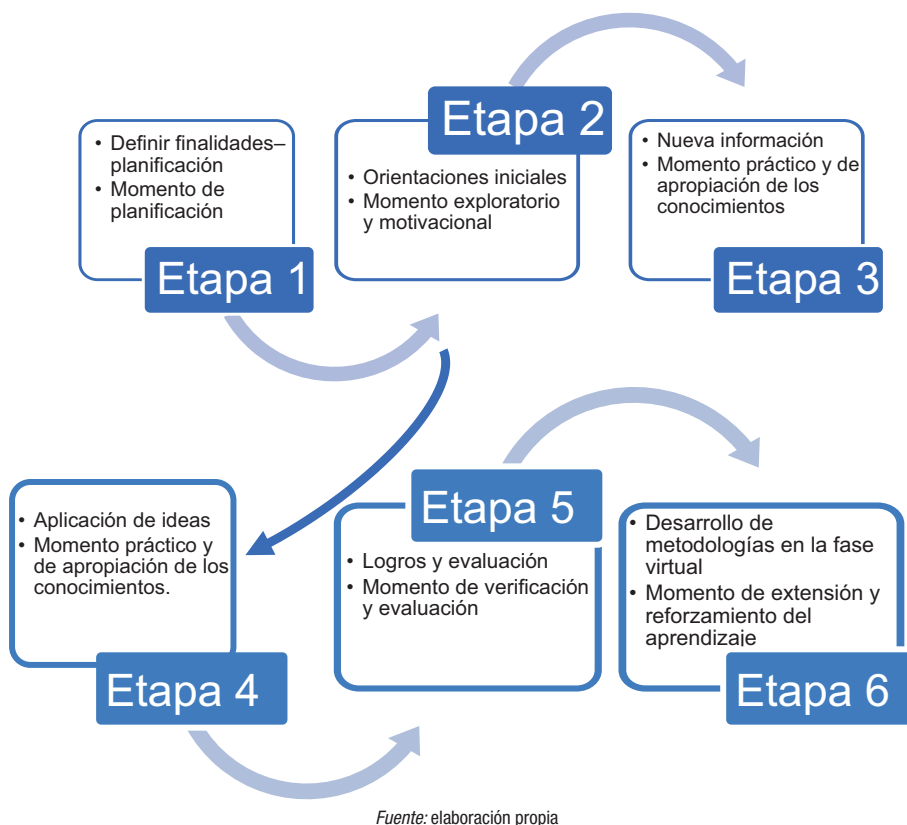
CONSTRUCCIÓN DE UNA SECUENCIA DE APRENDIZAJE

Etapa I. Definir finalidades – planificación

El presente artículo titulado “Aplicaciones del modelo heurístico ‘DONALD’ en el Curso Laboratorio de Matemática” se enfoca en el Laboratorio de Matemática, una parte fundamental del eje Matemáticas Asistidas por Computadoras en la UNAN, Managua. Este laboratorio desempeña un papel crucial en el primer paso de una secuencia de aprendizaje, que implica la planificación, un aspecto vital para el éxito de las acciones educativas.

El propósito del Eje de Enseñanza de la Matemática Asistida por Computa-

Figura 2.
Secuencia didáctica para validación del Modelo DONALD



dora es contribuir a la adquisición de habilidades informáticas necesarias para el intercambio de información tecnológica. Además, busca desarrollar la explicación de fenómenos matemáticos, establecer relaciones entre ellos y formular leyes que los expliquen, generando así nuevos conocimientos y algoritmos implementables en lenguajes de programación avanzados. Este enfoque también tiene como objetivo fortalecer el uso de recursos tecnológicos en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la educación secundaria, una necesidad cada vez más importante en la práctica docente.

El Eje se compone de tres componentes: Laboratorio de Matemática I, Laboratorio de Matemática II y Laboratorio de Matemática III, los cuales siguen una secuencia vertical y están organizados de manera lógica y secuencial.

La planificación en educación es de vital importancia para garantizar el éxito y la calidad de las acciones educativas. Como Carriazo et al., (2020) indican de manera acertada, educar sin planificar es similar a construir una casa sin plano o escribir una novela sin un borrador. La planificación educativa requiere un esfuerzo significativo, análisis racional, pensamiento crítico y creatividad.

Es en este contexto que el Modelo Heurístico DONALD se convierte en una herramienta valiosa al proporcionar directrices para la planificación y desarrollo de las actividades en el aula. Estas directrices abarcan la definición de objetivos y finalidades, la organización y secuencia de actividades, la evaluación, la gestión del aula y los indicadores de desempeño esperados por los estudiantes. Estos elementos se reflejan en el plan diario, el cual deriva de la planificación

semestral y del programa de la asignatura en estudio. De esta manera, se garantiza una enseñanza estructurada y efectiva que promueve el aprendizaje significativo.

Etapa II. Orientaciones Iniciales – Momento Exploratorio y Motivacional

La segunda fase de este modelo didáctico, se enfoca en las orientaciones iniciales con el propósito de establecer una base sólida para la sesión de clase. Este momento exploratorio y motivacional se considera una oportunidad para fomentar la motivación y establecer conexión con los estudiantes, animándolos a explorar conocimientos previos y participar en un diálogo grupal que promueva el aprendizaje colaborativo.

En el contexto del Laboratorio de Matemáticas, se abordó esta fase de orientaciones iniciales y el momento exploratorio y motivacional. Durante una sesión específica, los estudiantes se introdujeron en el uso de Excel como herramienta para resolver problemas matemáticos.

Logros:

- 1. Activación de la atención:** el profesor logró captar la atención de los estudiantes al mostrar una hoja de cálculo de Excel con un problema matemático en la pantalla. Esto genera interés y curiosidad al demostrar la aplicación práctica de Excel en el contexto de las matemáticas.
- 2. Establecimiento del propósito:** el docente comunicó claramente que el objetivo de la clase fue aprender cómo utilizar Excel para resolver problemas matemáticos. Esta explicación precisa motiva a los estudiantes al mostrarles la utilidad real de esta herramienta en su educación matemática.
- 3. Incremento del interés y la motivación:** el profesor planteó una

pregunta provocadora: “¿Qué creen que podrán lograr utilizando Excel en matemáticas?” Esto fomentó la participación-activa de los estudiantes, quienes compartieron sus expectativas y deseos de aprender a simplificar cálculos y representar datos de manera más efectiva.

4. **Presentación preliminar del contenido:** el docente ejemplificó de manera sencilla cómo Excel puede utilizarse para realizar cálculos matemáticos básicos, como sumas y promedios. Esto generó un sentimiento de logro al demostrar que el uso de la herramienta es accesible y aplicable.
5. **Clarificación de los criterios de evaluación:** los estudiantes participaron en una discusión sobre cómo podrían evaluar su propio progreso en el uso de Excel en matemáticas, lo que les otorgó un sentido de responsabilidad y control sobre su propio aprendizaje.

Se han logrado diversos hitos en el desarrollo de la clase: la activación de la atención de los estudiantes, el establecimiento claro del propósito, el incremento de su interés y motivación,

la presentación preliminar del contenido de manera accesible, y la clarificación de los criterios de evaluación, lo que promueve un ambiente de aprendizaje participativo y significativo.

Dificultades:

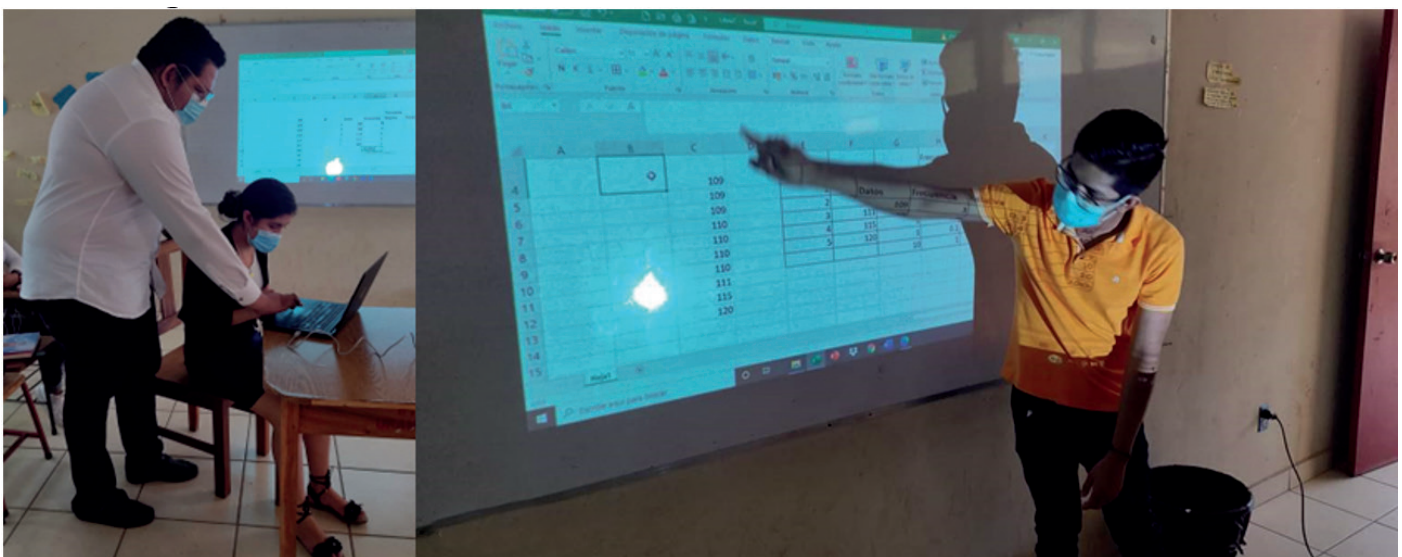
1. **Rescate de conocimientos previos:** se observó que algunos estudiantes mostraron inseguridad en relación con sus habilidades matemáticas previas, lo cual afectó su confianza en el uso de Excel para resolver problemas. Estas inseguridades se abordaron dándole a los estudiantes apoyo adicional para que se sientan más seguros al utilizar la herramienta. Es importante mencionar, que la mayoría de los estudiantes de la modalidad por encuentros son de comunidades lejanas del norte del país.
2. **Resistencia al cambio:** algunos estudiantes manifestaron resistencia al utilizar una nueva herramienta, como Excel, en lugar de los métodos matemáticos tradicionales (lápiz y papel). Superar esta resistencia inicial requirió tiempo y esfuerzo. Por lo que fue

necesario proporcionar una justificación clara sobre los beneficios de utilizar Excel y mostrar cómo puede mejorar la resolución de problemas matemáticos y como futuros maestros de matemáticas, les será de mucha utilidad.

3. **Variabilidad en el nivel de habilidad:** se observó que los estudiantes presentaron niveles variados de familiaridad con Excel, lo cual dificultó la adaptación del ritmo de la clase para satisfacer las necesidades de todos. Fue necesario implementar estrategias de diferenciación y ofrecer recursos adicionales para apoyar a los estudiantes que requieran un nivel de instrucción más personalizado.

En el Laboratorio de Matemáticas, el profesor observó que algunos estudiantes tenían dificultades para comprender y aplicar los conceptos matemáticos utilizando Excel. Estos estudiantes necesitaban un nivel de instrucción más personalizado para que logran avanzar en su aprendizaje. A continuación se presentan algunas estrategias y recursos adicionales

Figura 3.
Durante el curso Laboratorio de Matemáticas, estudiando Excel.



Fuente: elaboración propia

nales que utilizó el docente, durante el curso de Laboratorio de Matemática:

- **Agrupamiento flexible:** el profesor organizó a los estudiantes en grupos según su nivel de habilidad con Excel. Los grupos fueron heterogéneos, con estudiantes de diferentes niveles de habilidad. Esto permitió brindar una instrucción más personalizada a cada grupo, centrándose en sus necesidades específicas.
- **Tareas diferenciadas:** el profesor diseñó tareas diferenciadas que abordaron los conceptos matemáticos utilizando Excel, pero con diferentes niveles de dificultad. Por ejemplo, se proporcionaron problemas matemáticos más simples para los estudiantes que necesitan un refuerzo adicional, mientras que se plantean desafíos más complejos para los estudiantes más avanzados. Esto permitió que cada estudiante trabaje a su propio ritmo y nivel de habilidad.
- **Tutorías individuales o en pequeños grupos:** el profesor realizó tutorías individuales y en grupos pequeños para aquellos estudiantes que requieran apoyo adicional. Durante estas sesiones, se brindó una atención personalizada, abordando las dificultades específicas de cada estudiante y proporcionándoles explicaciones más detalladas y ejemplos adicionales.
- **Recursos en línea y materiales complementarios:** el profesor recomendó recursos en línea como tutoriales, videos explicativos y actividades interactivas, que los estudiantes utilizaron para reforzar sus habilidades con Excel en matemáticas. Además, se proporcionaron elementos complementarios, como hojas de ejercicios adicionales y guías de estudio, que los estudiantes utilizaron para practicar y profundizar en los conceptos.

- **Retroalimentación y seguimiento individualizado:** el profesor ofreció retroalimentación individualizada a cada estudiante sobre su progreso y desempeño en el uso de Excel. Esto incluyó comentarios específicos sobre los errores cometidos, sugerencias para mejorar y reconocimiento de los logros alcanzados. El seguimiento individualizado permitió ajustar la instrucción según las necesidades de cada estudiante y brindar un apoyo continuo.

Implementar estas estrategias y ofrecer recursos adicionales permitió apoyar a los estudiantes que requieren un nivel de instrucción más personalizado, brindándoles las herramientas y el apoyo necesario para que puedan mejorar sus habilidades con Excel en matemáticas.

Se destaca la importancia de establecer una base sólida en la fase inicial de una lección en el Laboratorio de Matemáticas. Si bien hay desafíos iniciales, como la variabilidad en las habilidades y la resistencia al cambio, la activación del interés, la claridad en los objetivos y la presentación preliminar del contenido ayudan a superar estas dificultades y crean un entorno motivador para el aprendizaje efectivo. La combinación de un enfoque claro y el compromiso activo de los estudiantes resulta en una experiencia de aprendizaje exitosa y significativa.

La comunicación y la motivación desempeñan un papel esencial en esta etapa del proceso educativo. Por lo tanto, surge la pregunta: ¿cómo construir y mantener un entorno motivador en el aula? ¿Qué factores suscitan mayor interés en los estudiantes y cómo podemos captar su atención de manera creativa e innovadora?

Para lograr la motivación de los estudiantes en el modelo didáctico DO-

NALD, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

1. Se activó la atención mediante el empleo de técnicas de animación que despertaron el interés de los estudiantes desde el principio.
2. Se estableció claramente el propósito de cada sesión de clase, comunicando los objetivos y el propósito de manera que los estudiantes comprendieran qué se esperaba de ellos.
3. Se incrementó el interés y la motivación al fomentar la participación-activa de los estudiantes, cuestionándoles sobre lo que creían que podrían aprender del tema y qué aspectos específicos les gustaría explorar.
4. Se presentó preliminarmente el contenido mediante el uso de imágenes representativas y breves discusiones de ideas clave, con el fin de despertar la curiosidad de los estudiantes.
5. Se aclararon los criterios de evaluación involucrando a los estudiantes, solicitando sus opiniones y contribuciones sobre el tema, enriqueciendo así la comprensión y el enfoque de estudio.
6. Se rescataron los conocimientos previos de los estudiantes mediante el empleo de técnicas didácticas, identificando y activando sus conocimientos y experiencias previas. Esto estableció un puente hacia nuevos aprendizajes y competencias.
7. Se realizó una recapitulación de la educación anterior, aclarando conceptos relacionados con el tema estudiado en la sesión anterior y promoviendo la integración grupal, creando entornos de aprendizaje colaborativo.
8. Se llevó a cabo una evaluación inicial de carácter diagnóstico, permitiendo identificar el grado de dominio que los estudiantes tenían en relación con el tema antes de comenzar su estudio. Esta

evaluación orientó la planificación y adaptación de la enseñanza.

Estas estrategias no solo despiertan el interés de los estudiantes, sino que también establecen una base sólida para el aprendizaje continuo. En el contexto de un laboratorio de Matemáticas que abarque temas como Word, Excel, PowerPoint y GeoGebra, estas orientaciones iniciales pueden resultar especialmente efectivas para generar un entorno de aprendizaje participativo y motivador, preparando a los estudiantes para el estudio de estos temas tecnológicos de manera efectiva y significativa.

Fase III. Nueva información

- Momento práctico y de apropiación de los conocimientos en el contexto de GeoGebra

La tercera fase del modelo didáctico DONALD, que se enfoca en la nueva información, representa un paso crucial en el proceso de aprendizaje, particularmente en el contexto de la utilización de la herramienta GeoGebra en el Laboratorio de Matemáticas. Durante esta etapa, se centra en la creación de ambientes de aprendizaje y colaboración que facilitan la construcción y reconstrucción del pensamiento, a partir de la realidad matemática.

Logros:

1. **Introducción del tema de estudio:** el docente comienza la fase III presentando el tema de estudio, resaltando su relevancia y conexión con el uso de GeoGebra para explorar conceptos matemáticos. Esto proporciona a los estudiantes un contexto claro para su aprendizaje.
2. **Introducción de nuevos conceptos e ideas:** se presentan nuevos conceptos, ideas y procedimientos relacionados con la herramienta GeoGebra y cómo se aplican a problemas matemáticos.

Los estudiantes adquieren una comprensión más profunda de las capacidades de GeoGebra.

3. **Reestructuración de ideas:** en esta fase se fomenta el intercambio de ideas y se anima a los estudiantes a construir nuevas ideas basadas en sus observaciones y experiencias con GeoGebra. Se evalúan y discuten las nuevas ideas para consolidar la comprensión.

Metodologías y estrategias: en el contexto de GeoGebra, se aplican diversas estrategias y actividades centradas en el aprendizaje, tales como:

- **Clases magistrales:** el docente presenta información clave sobre el uso de GeoGebra y su aplicación en la resolución de problemas matemáticos. Se destacan ejemplos prácticos para ilustrar los conceptos.
- **Talleres en clase:** los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar en ejercicios prácticos y proyectos que implican el uso de GeoGebra. Esto les permite aplicar de manera activa sus conocimientos y habilidades adquiridos.
- **Lecturas propuestas:** se sugieren lecturas relacionadas con GeoGebra y su aplicación en matemáticas. Los estudiantes exploran estas lecturas para enriquecer su comprensión y conocimiento.
- **Investigaciones dirigidas:** los estudiantes investigan y resuelven problemas matemáticos específicos utilizando GeoGebra. Esta actividad promueve la exploración y la resolución de problemas de manera independiente.
- **Construcción de conceptos basados en el saber de los estudiantes:** los estudiantes aportan sus conocimientos y experiencias previas para cons-

truir conceptos matemáticos con la ayuda de GeoGebra. Esto fomenta la participación activa y la colaboración.

- **Exposiciones:** los estudiantes tienen la oportunidad de presentar sus hallazgos y descubrimientos en el uso de GeoGebra ante sus compañeros, lo que refuerza su comprensión y les permite compartir conocimientos.

Esta fase en el laboratorio de matemáticas, con un enfoque específico en GeoGebra, permite a los estudiantes explorar y aplicar conceptos matemáticos de manera práctica. Al utilizar esta herramienta interactiva, los estudiantes no solo adquieren una comprensión más profunda de los conceptos, sino que también desarrollan habilidades valiosas para resolver problemas de manera efectiva, lo que contribuye significativamente a su formación matemática y tecnológica.

Fase IV. Aplicación de ideas

- Momento práctico y de apropiación de conocimientos en el Laboratorio de Matemáticas con enfoque en GeoGebra

En esta cuarta etapa del modelo didáctico DONALD, se promueve la aplicación práctica de las ideas previamente desarrolladas, en particular, en el contexto del uso de GeoGebra en el Laboratorio de Matemáticas. El objetivo principal es que los estudiantes apliquen los conceptos y teorías aprendidos en situaciones reales o similares, desarrollando habilidades prácticas y experimentales. En esta fase, los estudiantes comienzan a tomar la iniciativa y encuentran sentido en su conocimiento y experiencia previa, convirtiéndose en agentes activos de su propio aprendizaje.

Logros:

1. **Fortalecimiento de ambientes de cooperación y colaboración:** los estudiantes trabajan tanto de

manera individual como en equipos y grupos, fortaleciendo su capacidad para colaborar en la resolución de problemas matemáticos. El enfoque en GeoGebra permite una colaboración efectiva al trabajar en proyectos matemáticos.

2. **Integración y ejercitación de competencias y experiencias:** los estudiantes aplican sus competencias matemáticas y experiencias previas en situaciones reales o similares. Esto les permite ver la relevancia y aplicabilidad de lo que han aprendido.
3. **Trabajos prácticos:** la aplicación de estrategias prácticas, como prácticas de laboratorio, investigaciones, el uso de vídeos de contextualización, el aprendizaje basado en la resolución de problemas, estudios de caso, simulaciones, proyectos de semestre y el uso de TIC, se convierten en componentes esenciales de esta fase.
4. **Ejercicios y problemas:** siguiendo el Modelo Pólya, los estudiantes trabajan en la resolución de problemas académicos, cuestiones relacionadas con la vida cotidiana y ejercicios de resumen, síntesis y definición. Esto fomenta la aplicación activa de sus habilidades matemáticas.

Aplicación del Modelo Pólya en la resolución de problemas matemáticos: como modelo heurístico, DONALD se beneficia de enfoques ya establecidos como el Modelo Pólya para guiar a los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos. Aquí, se presenta un ejemplo de cómo se aplica el Modelo Pólya en el contexto del Laboratorio de Matemáticas, con un problema específico relacionado con GeoGebra:

Problema: Determinar la ecuación de una circunferencia que pasa por tres

puntos dados en un plano cartesiano utilizando GeoGebra.

Pasos:

1. **Entender el problema:** ¿cuál es la incógnita? ¿Cuáles son los tres puntos dados? ¿Cuál es la condición que debe cumplir la circunferencia?
2. **Configurar un plan:** ¿ha encontrado problemas similares antes? ¿Puede aplicar conceptos y técnicas matemáticas previas?
3. **Ejecutar un plan:** ¿puede demostrar la validez de su solución? ¿Puede verificar que sus cálculos sean correctos?
4. **Mirar hacia atrás:** ¿puede verificar el resultado obtenido con GeoGebra? ¿Puede validar su razonamiento y cálculos?

En esta fase, el Modelo Pólya, junto con la herramienta GeoGebra, permite a los estudiantes abordar problemas matemáticos de manera estructurada y aplicar sus conocimientos en un contexto real. A través de la resolución de problemas prácticos y la aplicación de conceptos matemáticos, los estudiantes desarrollan habilidades matemáticas sólidas y se apropian del conocimiento de manera efectiva.

Fase V. Logros y evaluación – momento de verificación y evaluación en el laboratorio de matemáticas con enfoque en GeoGebra

La quinta etapa del modelo didáctico DONALD se centra en la verificación y evaluación del aprendizaje y los resultados obtenidos por los estudiantes, en el contexto del uso de GeoGebra en el Laboratorio de Matemáticas. En esta fase, los estudiantes presentan, analizan y comunican los hechos y conocimientos adquiridos, tanto de manera escrita como verbal, resu-

miendo y demostrando su comprensión y habilidades prácticas.

Actividades realizadas:

1. Se verificó el nivel de logro del aprendizaje de los estudiantes a través de diversas evaluaciones, como pruebas, presentaciones y otros métodos de evaluación. Se brindó retroalimentación para que los estudiantes comprendieran sus fortalezas y áreas de mejora.
2. Se verificó el desempeño del docente mediante evaluaciones para determinar la pertinencia de las actividades y materiales utilizados, así como otros aspectos importantes. Esto contribuyó a la mejora continua del proceso de enseñanza.
3. Se implementaron técnicas y estrategias de evaluación en la fase de cierre, como prácticas demostrativas, trabajo en equipo, toma de decisiones, proyectos, informes escritos sobre prácticas de laboratorio o exposiciones, debates, cuestionarios, entre otros. Estas actividades permitieron a los estudiantes demostrar lo que habían aprendido, cómo lo habían aplicado, superar dificultades y proponer mejoras.
4. Los estudiantes presentaron los resultados obtenidos, comunicando y demostrando lo que habían aprendido, cómo lo habían logrado y cómo habían abordado obstáculos. Además, ofrecieron propuestas de mejora para futuras actividades.
5. Se realizó una evaluación final sumativa, asignando una calificación a los logros alcanzados por los estudiantes. Esta evaluación se basó en la información recabada durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Enfoque de la evaluación: la evaluación en esta etapa es sumativa, lo

que significa que se busca valorar la información recopilada desde el inicio hasta el desarrollo del proceso educativo. Esta información se relaciona con los resultados obtenidos en la fase de cierre, lo que permite determinar en qué medida se han cumplido las metas establecidas desde el inicio del proceso.

En resumen, la Fase V es fundamental para la verificación y evaluación efectiva de los logros de los estudiantes, la mejora del proceso de enseñanza y el cierre exitoso de una unidad de aprendizaje en el Laboratorio de Matemáticas, específicamente con el uso de GeoGebra. La retroalimentación constante y la presentación de resultados promueven un entorno de aprendizaje significativo y ayudan a los estudiantes a comprender la aplicabilidad de sus conocimientos matemáticos en situaciones reales.

Fase VI. Desarrollo de metodologías en la fase virtual - momento de extensión y reforzamiento del aprendizaje en el Laboratorio de Matemáticas con Enfoque en GeoGebra

En la fase final del Modelo Didáctico DONALD, se destaca el momento de extensión y reforzamiento del aprendizaje, que sigue a la fase presencial en el Laboratorio de Matemáticas, específicamente en el contexto de GeoGebra. Durante esta etapa, los estudiantes continúan su proceso de aprendizaje de manera autónoma, fuera del aula, fortaleciendo y consolidando lo que han experimentado y adquirido hasta el momento.

Actividades propuestas:

- El estudio autónomo fue promovido, permitiendo a los estudiantes estudiar el contenido a su propio ritmo y fomentando la autonomía en el proceso de aprendizaje.

- Se proporcionaron videos tutoriales como refuerzo, permitiendo a los estudiantes revisar los pasos específicos de uso de GeoGebra tantas veces como fuera necesario. Estos recursos audiovisuales reforzaron la comprensión y la aplicación de la herramienta.
- Los estudiantes tuvieron acceso al conocimiento en *línea*, utilizando material de estudio en línea y realizando ejercitaciones para profundizar en el contenido que se abordaría en futuras clases. El docente preparó esta etapa de antemano, seleccionando formatos y recursos TIC adecuados a las necesidades de los estudiantes.
- El docente asumió un papel de facilitador y guía, acompañando el uso de herramientas y recursos tecnológicos. El objetivo era potenciar el trabajo autónomo, colaborativo y activo de los estudiantes fuera del aula, en concordancia con el enfoque centrado en el aprendizaje del Modelo DONALD.
- **Se recomendaron diferentes herramientas y recursos, entre ellos:**
 - Materiales virtuales (audiovisuales) como fotografías, grabados, diapositivas, películas, documentales, videos y animaciones para enriquecer el material de estudio.
 - Recursos interactivos como plataformas en línea, aplicaciones móviles, blogs, redes sociales, simuladores y *software* especializado para una experiencia de aprendizaje más interactiva.
 - Recursos para el aprendizaje colaborativo como glosarios en línea, foros y wikis, que fomentaron la discusión colectiva y la colaboración entre estudiantes.
 - Asistencia virtual mediante bases de datos y simulacio-

nes de fenómenos en línea, para profundizar en el aprendizaje.

- Material de consulta como libros, biografías, revistas electrónicas y bibliotecas virtuales, para enriquecer la comprensión.
- Instrumentos didácticos como mapas conceptuales, diagramas de V de Gowin, resúmenes, esquemas, diarios, modelos y juegos de simulación, utilizados para reforzar y consolidar el aprendizaje.

En el contexto de la enseñanza de matemáticas con GeoGebra, los estudiantes pudieron acceder a una plataforma en línea que ofrecía una serie de ejercicios interactivos relacionados con conceptos matemáticos. Por ejemplo, exploraron la construcción de gráficos y representaciones visuales de funciones utilizando GeoGebra y luego aplicaron estos conocimientos resolviendo problemas prácticos. Además, colaboraron en foros en línea para discutir sus enfoques y soluciones, lo que fomentó el aprendizaje colaborativo. Los videos tutoriales estuvieron disponibles para ayudar a los estudiantes a comprender mejor cómo utilizar GeoGebra de manera efectiva. El docente brindó orientación y retroalimentación a través de la plataforma, lo que permitió a los estudiantes avanzar y mejorar su comprensión a su propio ritmo.

En resumen, la Fase VI permite a los estudiantes extender y reforzar su aprendizaje, aprovechando al máximo las TIC y recursos en línea. Facilita un enfoque autónomo, colaborativo y activo, y prepara a los estudiantes para enfrentar nuevos desafíos y aplicar sus conocimientos de manera efectiva en el mundo real.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El curso Laboratorio de Matemáticas, basado en el modelo didáctico DONALD, presentó numerosos aspectos positivos y beneficios en la enseñanza de matemáticas y la integración de herramientas tecnológicas como GeoGebra. Algunos de los resultados positivos observados fueron los siguientes:

1. Se centró en el aprendizaje del estudiante: DONALD colocó al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, fomentando su autonomía, colaboración y participación activa. Esto empoderó a los estudiantes y los hizo responsables de su propio aprendizaje.
2. Se integró la tecnología de manera efectiva: el modelo aprovechó las TIC de manera efectiva, enriqueciendo el proceso de aprendizaje. La incorporación de herramientas como GeoGebra permitió una comprensión más profunda y aplicada de los conceptos matemáticos.
3. Se implementó una evaluación formativa y sumativa: DONALD promovió la evaluación a lo largo de todo el proceso de aprendizaje, brindando oportunidades para la retroalimentación constante y la mejora continua. La evaluación se realizó tanto de manera formativa como sumativa, asegurando una comprensión completa del progreso de los estudiantes.
4. Se facilitó el aprendizaje significativo: al aplicar los conceptos en situaciones reales y enfocarse en la resolución de problemas prácticos, el modelo facilitó el aprendizaje significativo. Los estudiantes pudieron percibir la relevancia de lo que estaban aprendiendo en sus vidas cotidianas.
5. Se desarrollaron habilidades tecnológicas: los estudiantes adquirieron habilidades tecnológicas valiosas al utilizar herramientas como GeoGebra y otros recursos

en línea. Esto los preparó para enfrentar desafíos tecnológicos en el futuro.

6. Se fomentó el aprendizaje colaborativo: DONALD promovió la colaboración entre los estudiantes a través de actividades grupales, foros en línea y otras formas de interacción. Esto contribuyó al desarrollo de habilidades de comunicación y trabajo en equipo.
7. Se enfocó en la resolución de problemas: el modelo otorgó una importancia significativa a la resolución de problemas matemáticos. Los estudiantes no solo adquirieron conocimientos teóricos, sino que también desarrollaron habilidades para abordar desafíos reales.
8. Se ofreció flexibilidad y personalización: DONALD brindó flexibilidad en la forma en que los estudiantes abordaron el material de estudio, permitiéndoles trabajar a su propio ritmo y profundizar en áreas de su interés.
9. El docente asumió el rol de facilitador: el modelo transformó

al docente en un facilitador del aprendizaje, lo que permitió brindar una atención individualizada y un mayor apoyo a los estudiantes.

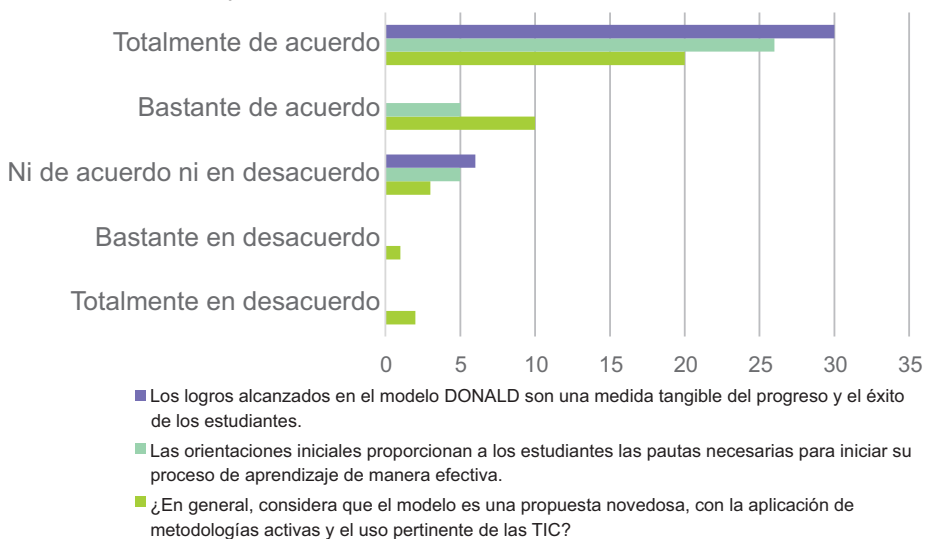
10. Se promovió el aprendizaje continuo: la fase virtual del curso permitió a los estudiantes seguir aprendiendo fuera del aula, reforzando y consolidando su comprensión de los temas abordados.

En resumen, el modelo didáctico DONALD tiene un enfoque centrado en el aprendizaje del estudiante y se beneficia de las TIC para enriquecer la enseñanza de matemáticas. Proporciona una metodología efectiva que empodera a los estudiantes, promueve la resolución de problemas y fomenta el uso de la tecnología, lo que resulta en un aprendizaje más significativo y una preparación sólida para desafíos futuros.

También se aplicó un instrumento, para validar la eficiencia y eficacia de este modelo heurístico, donde se encontró: Principio del formulario

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA ACADÉMICA

Figura 4.
Evaluación de la experiencia académica



Fuente: elaboración propia

En general, la evaluación muestra una tendencia positiva hacia el modelo DONALD, con la mayoría de los encuestados considerando que es una propuesta novedosa y que las orientaciones iniciales son efectivas. Además, muchos consideran que los logros son una medida tangible del

progreso y éxito de los estudiantes. Sin embargo, un número significativo de encuestados no se posiciona claramente sobre estos aspectos, lo que sugiere la necesidad de más información o claridad en la presentación y explicación del modelo.

La evaluación muestra un fuerte respaldo a la efectividad de la evaluación constante y por objetivos en el Modelo DONALD. Además, la mayoría de los encuestados considera que las orientaciones iniciales son efectivas. Sin embargo, el modelo recibe un apoyo abrumador en cuanto a la utilidad de los recursos y actividades digitales, lo que sugiere que estos elementos son percibidos como enriquecedores para el aprendizaje. Las opiniones negativas en estas afirmaciones son mínimas.

La Figura 6 muestra una evaluación muy positiva en ambas afirmaciones. Los estudiantes encuestados en su mayoría consideran que el modelo proporciona retroalimentación efectiva y oportuna sobre el progreso del estudiante y facilita la comprensión de los conceptos matemáticos. Estos resultados sugieren una alta satisfacción con la calidad y efectividad del Modelo DONALD en términos de retroalimentación y comprensión de los conceptos matemáticos.

Basado en las respuestas de los 36 encuestados, se puede realizar el siguiente análisis:

Figura 5.

Evaluación de algunas fases del modelo

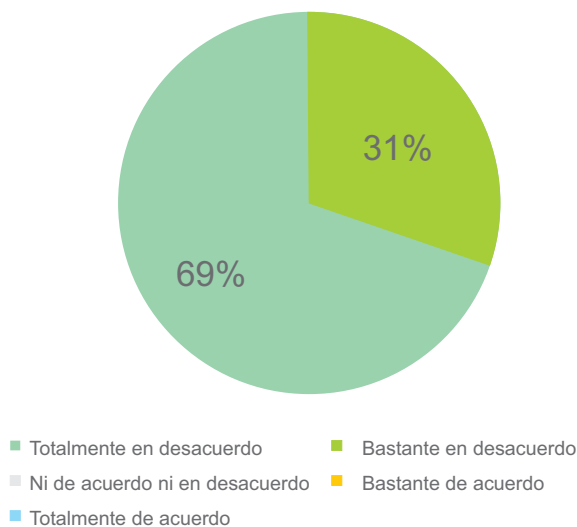


Fuente: elaboración propia

Figura 6.

Nivel de aceptación del modelo

El modelo proporciona retroalimentación efectiva y oportuna sobre el progreso del estudiante y comprensión de términos matemáticos



Fuente: elaboración propia

1. **¿Se siente cómodo con esta propuesta educativa, en cuanto a la organización y estructura del contenido?** La gran mayoría de los encuestados (32 personas) se siente cómoda con la propuesta educativa en términos de la organización y estructura del contenido. Esto refleja una alta satisfacción en cuanto a cómo el modelo organiza y presenta el material educativo.
2. **¿Esta propuesta metodológica la encontré no novedosa, es decir, igual o por debajo de la forma tradicional?** Ningún encuestado considera que la propuesta metodológica sea igual o inferior a la forma tradicional. Esto indica que todos los encuestados perciben la propuesta como novedosa o al menos equivalente a

la enseñanza tradicional, lo que resalta la percepción positiva de su innovación.

3. **¿El trabajo en grupo fue realmente cooperativo?** No se menciona ninguna respuesta en contra de que el trabajo grupal fue realmente cooperativo. Esto sugiere que la mayoría de los encuestados perciben que el trabajo en grupo se caracteriza por la cooperación y colaboración, lo que destaca la efectividad de esta metodología.
4. **¿No sentí el apoyo y motivación permanente de su docente?** Ningún encuestado siente que no ha recibido apoyo y motivación constante de su docente. Esto indica que la mayoría ha experimentado un alto nivel de apoyo y motivación por parte del docente, lo que contribuye positivamente a su experiencia de aprendizaje.
5. **¿Piensa que su aprendizaje ha sido más significativo?** La gran mayoría de los encuestados (34 personas) piensa que su aprendizaje ha sido más significativo. Esto refleja una percepción positiva de que el modelo ha mejorado la calidad y profundidad de su aprendizaje.
6. **El modelo no mejora mi interés y motivación por el aprendizaje de las matemáticas.** No se menciona ninguna respuesta en contra de que el modelo no mejora el interés y motivación por el aprendizaje de las matemáticas. Esto indica que todos los encuestados perciben que el modelo ha tenido un impacto positivo en su interés y motivación por las matemáticas.
7. **¿Recomendaría esta experiencia en otros cursos?** La mayoría de los encuestados (36 personas) recomendaría esta experiencia en otros cursos. Esto refleja una alta satisfacción y disposición a compartir la experiencia positiva con otros.

En resumen, las respuestas de los 36 encuestados reflejan una percepción altamente positiva del modelo DONALD en múltiples aspectos. Los encuestados se sienten cómodos con la organización y estructura del contenido, perciben la propuesta como novedosa, experimentan un trabajo en grupo cooperativo, reciben apoyo y motivación de sus docentes, consideran que su aprendizaje ha sido más significativo y experimentan un mayor interés y motivación por el aprendizaje de las matemáticas. Además, están dispuestos a recomendar esta experiencia en otros cursos. Estos resultados en conjunto destacan la efectividad y calidad del modelo DONALD en la mejora de la experiencia educativa de los encuestados.

PROSPECTIVA

Uno de los hallazgos más destacados es la percepción positiva de los estudiantes en cuanto a la organización y estructura del contenido del modelo DONALD. Esto sugiere que la forma en que se presenta el material educativo es efectiva para facilitar la comprensión de los conceptos matemáticos. Esta información puede ser útil para futuras investigaciones que busquen desarrollar enfoques pedagógicos centrados en la organización y presentación del contenido, con el objetivo de mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

Además, la percepción de los estudiantes de que el modelo DONALD es novedoso o al menos equivalente a la enseñanza tradicional plantea interesantes preguntas de investigación. Sería valioso investigar más a fondo las características que hacen que un modelo educativo sea percibido como novedoso y cómo influye esta percepción en la motivación y el rendimiento de los estudiantes.

El hallazgo de un trabajo en grupo cooperativo sin respuestas en contra

sugiere que esta metodología ha sido efectiva en el contexto del modelo DONALD. Sería interesante realizar investigaciones adicionales para comprender mejor los factores que contribuyen a la cooperación y colaboración exitosas en el trabajo en grupo, así como su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

La falta de respuestas negativas en cuanto al apoyo y motivación del docente destaca la importancia de estos aspectos en la experiencia educativa. Investigaciones futuras podrían explorar en mayor profundidad las estrategias y prácticas que los docentes pueden emplear para brindar un apoyo y motivación constantes a los estudiantes, y cómo estos factores influyen en su rendimiento y compromiso con el aprendizaje.

La percepción de un aprendizaje más significativo y un mayor interés y motivación por las matemáticas plantea la pregunta de cómo el Modelo DONALD logra estos resultados. Sería valioso investigar las características específicas del modelo, como la retroalimentación interactiva y personalizada, que pueden contribuir a un aprendizaje más significativo y una mayor motivación en el contexto de las matemáticas.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis y mejora de la propuesta educativa del modelo heurístico DONALD aplicado al curso Laboratorio de Matemáticas, se puede concluir que este enfoque pedagógico ha demostrado ser altamente efectivo y valioso para la enseñanza y el aprendizaje en el contexto de la educación matemática.

En primer lugar, el modelo se ha destacado por su capacidad para proporcionar una estructura organizativa sólida y efectiva en la presentación del contenido, lo que ha generado un alto

grado de comodidad y satisfacción entre los estudiantes. La organización y estructura del contenido se han percibido como claramente definidas y apropiadas para el proceso de aprendizaje.

Además, el modelo DONALD ha sido validado como una propuesta educativa novedosa y efectiva. Los estudiantes no solo lo han considerado equivalente a la forma tradicional de enseñanza, sino que también lo han percibido como una alternativa innovadora y mejorada. Esta percepción positiva resalta la capacidad del modelo para ofrecer una experiencia educativa actualizada y relevante.

Uno de los aspectos más destacados del modelo DONALD es su enfoque en el trabajo colaborativo, que ha de-

mostrado ser genuinamente cooperativo. Los estudiantes han experimentado una colaboración efectiva en sus actividades, lo que ha enriquecido su proceso de aprendizaje y les ha permitido desarrollar habilidades interpersonales valiosas.

El apoyo y la motivación brindados por los docentes han sido constantes y efectivos, lo que ha contribuido a la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Esta retroalimentación continua ha demostrado ser un factor clave en el éxito del modelo.

En términos de aprendizaje, el Modelo DONALD ha tenido un impacto significativamente positivo. Los estudiantes han percibido que su aprendizaje ha sido más profundo y significativo, lo que indica que el modelo ha logrado

mejorar la calidad de la adquisición de conocimientos matemáticos.

Por último, el modelo ha generado un aumento en el interés y la motivación de los estudiantes por el aprendizaje de las matemáticas. Esto es especialmente relevante, ya que fomenta un entorno de aprendizaje más participativo y comprometido.

En conjunto, la validación del modelo heurístico DONALD en el curso Laboratorio de Matemáticas resalta su eficacia y capacidad para mejorar la experiencia educativa. Los resultados positivos y la satisfacción de los estudiantes respaldan la utilidad de este enfoque pedagógico en el contexto de la enseñanza de las matemáticas.

REFERENCIAS



Arias-Odón, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas: EPISTEME. <https://bit.ly/3tdVfdj>

Cabezas, E. D., Andrade, D., y Torres J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <https://bit.ly/3ES5t5T>

Carriazo, C., Perez, M., y Gaviria, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(3), 87-95. <https://www.redalyc.org/journal/279/27963600007/html/>

Crespo, E. T. (2007). *Modelo didáctico sustentado en la heurística para el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática asistida por computadora [Tesis de doctorado, Universidad Pedagógica "Félix Valera" Villa Clara Departamento de Ciencias Exactas]*. Archivo Digital. <https://dspace.uclv.edu.cu/server/api/core/bitstreams/8ab6ecff-b5c0-410f-8b0f-eb724cf04567/content>

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches [Diseño de la investigación: Métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos]* (Vol. 3). Singapore: SAGE. <https://bit.ly/3PqGZWe>

Fuentelsaz, C. (2004). Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión*, 5-13. <https://bit.ly/48rOKpk>

Hernández, D. A., y Hernández, F. J. (2023). Diseño de Modelo Heurístico (DONALD) para la Enseñanza – Aprendizaje de la Física a Nivel Universitario. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 13(1), 46–59. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/elhigo.v13i1.16370>

- Herrera, C. J. (2023). Metodología basada en competencias para el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Varela* 23(65), 165–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.7873784>
- López de la Madrid, M. C. (2007). Uso de las TIC en la educación superior de México. Un estudio de caso. *Apertura*, 7(7), 63-81. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68800706.pdf>
- Lugo, M. T. (2010). Las políticas TIC en la educación de América Latina. Tendencias y experiencias. *Revista Fuentes*, 10, 52-68. http://institucional.us.es/revistas/fuente/10/art_2.pdf
- Medina, A. J. (2021). Herramientas tecnológicas en la gestión docente del proceso de formación plan la universidad en casa y educación a distancia. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 258-266. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-258.pdf>
- Ruiz-Corbella, M. (2023). Repensar la educación a distancia en la era digital. *Revista Estudios Pedagógicos*, 49(1), 237–253. <http://revistas.uach.cl/index.php/estped/article/view/7254>
- Serna, H., y Díaz, A. (2013). *Metodologías Activas del Aprendizaje* (1 ed.). Fundación Universitaria María Cano. <https://1library.co/document/ky6mr17q-libro-metodologias-humberto-serna-gomez.html>
- UNESCO. (2008). *Normas UNESCO sobre Competencias en TIC para Docentes*. París. <https://www.campuseducacion.com/blog/wp-content/uploads/2017/02/Normas-UNESCO-sobre-Competencias-en-TIC-para-Docentes.pdf>
- UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICs en Educación en América Latina y el Caribe*. Chile. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223251>
- Valle, A., Manrique, L., & Revilla, D. (2022). *La Investigación descriptiva con enfoque cualitativo en educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://bit.ly/48rN6IS>