

TAREAS QUE PROMUEVEN LA SISTEMATIZACIÓN CONCEPTUAL EN LA MATEMÁTICA PROPEDEÚTICA

Wendy Eufrocina Heredia Soriano

wehssoriano@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4034-8445>

Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)

República Dominicana

Olga Lidia Pérez González

olguitapg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4475-814X>

Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz (UCIAL)

Cuba

Jahiro Sutherland

jazael.01@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4700-3818>

Universidad de Panamá (UP)

Panamá

Recibido: 21/11/2021 **Aceptado:** 20/04/2022

Resumen

En el presente artículo se describe una propuesta de tareas para promover la sistematización conceptual en la Matemática Propedéutica. La dualidad proceso-objeto en la solución de problemas matemáticos, la relación variable-parámetro, y la sistematización conceptual constituyen los referentes teóricos de la investigación. Se realizó la caracterización didáctica de tres tipos de tareas (nivelación, profundización y generalización). La validación teórica de las tareas se hizo a través del Criterio de Experto y talleres de socialización; la validación en la práctica se hizo con un estudio experimental en el que se validó la hipótesis de que con la propuesta se mejora la efectividad del estudiante en la solución de problemas matemáticos.

Palabras clave: Sistematización Conceptual. Matemática Propedéutica. Problemas Matemáticos.

TAREFAS QUE PROMOVEM A SISTEMATIZAÇÃO CONCEPTUAL EM MATEMÁTICA PROPEDEUTIC

Resumo

Este artigo descreve uma proposta de tarefas para promover a sistematização conceptual em Matemática Propedéutica. A dualidade processo-objeto na solução de problemas matemáticos, a relação variável-parâmetro e a sistematização conceptual constituem as referências teóricas da investigação. A caracterização didáctica de três tipos de tarefas (nivelamento, aprofundamento e generalização) foi levada a cabo. A validação teórica das tarefas foi feita através do Critério do Perito e de workshops de socialização; a validação na prática foi feita com um estudo experimental no qual a hipótese de que a proposta melhora a eficácia do estudante na solução de problemas matemáticos foi validada.

Palavras-chave: Sistematização Conceptual. Matemática propedéutica. Problemas matemáticos.

TASKS THAT PROMOTE CONCEPTUAL SYSTEMATIZATION IN INTRODUCTORY MATHEMATICS

Abstract

This paper describes a proposal of tasks that promote conceptual systematization in Introductory Mathematics. Object-process duality in mathematics problem solving, variable-parameter relationship and conceptual systematization are the theoretical bases of this research. The didactic characterization of three types of tasks (leveling, deepening, and generalization) was carried out. Tasks' theoretical validation was fulfilled through experts' opinions and socialization workshops; for in practice assessment, the authors carried out an experimental study which allowed validating the hypothesis that this proposal improves students' performance in mathematics problem solving.

Keywords: Conceptual systematization, Introductory Math, Mathematical problems

Introducción

Por su reconocida importancia para el desarrollo del pensamiento lógico del estudiante universitario, la Matemática forma parte de los cursos propedéuticos que se imparten para facilitar el tránsito a la universidad, y completar los contenidos que se estudian en el nivel precedente con aquellos que se consideran indispensables para los cursos de Cálculo (HERNÁNDEZ y JUÁREZ, 2018), aunque, por lo general, se limitan a la ejercitación desde lo procedimental con fines de entrenamiento para la solución de problemas matemáticos (GUERRERO, 2020).

En términos de diseño curricular, se le conoce con diferentes denominaciones, como curso cero, puente, remedial, inicial, base, introductorio, compensatorio, preparatorio, preparadurías y de nivelación, sin embargo, en el contexto de esta investigación se utilizará la denominación de Matemática Propedéutica (HEREDIA y FERNÁNDEZ, 2017).

Investigaciones relacionadas con la temática han develado que una de las problemáticas de la Matemática Propedéutica radica en que, por lo general, no promueve la realización de tareas para que el estudiante integre los conceptos, estudiados en la enseñanza precedente, en la solución de problemas matemáticos (HEREDIA y FERNÁNDEZ, 2017).

En ese sentido, investigadores como Bravo, Illescas, Larriva y Peña (2017) y Heredia (2018) reportan que en esos cursos se hace mayor énfasis en valorar si el estudiante tiene dominio de los conceptos estudiados en la enseñanza precedente, y se presta poca atención a la realización de tareas en las que tengan que ordenarlos, integrarlos, generalizarlos e

interpretarlos, en base a sus vivencias y conocimientos previos, para así revalidar o modificar lo que ya sabe y puede hacer, y tener mayor eficacia en la solución de problemas matemáticos.

El estudio de esas problemáticas representa una vía para atender a las dificultades que tiene el estudiante para sistematizar los conceptos estudiados en el nivel precedente (PEÑA y SÁNCHEZ, 2018), para lograr la intuición matemática, y poder distinguir la variedad de recursos procedimentales de que disponen para comprender y argumentar la solución de los problemas matemáticos (VALENZUELA-CALDER, PÉREZ-GONZÁLEZ y OCA-RECIO, 2020, SIDDIQUI, 2021).

En ese contexto, la investigación tuvo el objetivo de mejorar el desempeño del estudiante universitario en la solución de problemas matemáticos, a través de tareas que promueven la sistematización conceptual en la Matemática Propedéutica.

Matemática Propedéutica

La Matemática Propedéutica no siempre aparece en el currículo de las carreras universitarias, ella puede ser implementada por requisito de las instituciones, como política de inclusión de la población más desfavorecida (CIFUENTES, MUNIZAGA y MELLA, 2017), en otros casos como vía para garantizar la calidad de los resultados académicos, y en algunas ni siquiera se implementa (DÍAZ, DE LUNA y SALINAS-PADILLA, 2019, LORENTE-RUIZ, DESPUJOL y CASTAÑEDA, 2021, MATHEU, PÉREZ, JUICA, VILLAGRA y COTÉS, 2021).

Lo más común es que sea concebida como un mecanismo de nivelación y de reforzamiento para lograr la eficiencia en las universidades, reducir la deserción escolar y para garantizar el tránsito entre niveles educativos; con énfasis en la nivelación, diagnóstico, reforzamiento de contenidos, y la orientación para que el estudiante desarrolle su estudio independiente (CIFUENTES, MUNIZAGA y MELLA, 2017; PICADO-ALFARO, 2018, DOMÍNGUEZ y COUOH, 2021).

En ese sentido, Heredia y Fernández (2017) reportaron que los objetivos de la Matemática Propedéutica se limitan a contribuir al período de familiarización con la universidad, a la activación de conocimientos y habilidades matemáticas y al entrenamiento para exámenes de diagnóstico; todo con la intención de mejorar el desempeño del estudiante para la solución de problemas matemáticos.

Sin embargo, Eccius-Wellmann y Ibarra-González (2020) y Domínguez y Couoh (2021) evidenciaron que se presta poca atención a las vivencias que tiene el estudiante respecto a la solución de problemas matemáticos, de modo que se estimule el tránsito de lo que ya conoce, o de lo que cree conocer, con las siguientes acciones:

- Valorar, profundizar y generalizar los contenidos matemáticos estudiados en la enseñanza precedente, a través de la aplicación integrada de conocimientos y habilidades aritméticas, algebraicas, geométricas y trigonométricas.
- Utilizar los errores, creencias y emociones negativas sobre la Matemática como recursos didácticos, y oportunidades de aprendizaje, en la solución de los problemas matemáticos.

Para concretar ese tipo de tareas, es necesario considerar las debilidades en el tratamiento didáctico del contenido matemático en el nivel precedente planteadas por Heredia (2018), Velásquez, Villafañe y Vega (2017) y Ramos, Guifarro y Casas (2021), ellas son:

- El saber matemático se expresa a través de tres componentes que se interrelacionan dialécticamente; conceptos, proposiciones (teoremas, fórmulas, propiedades) y procedimientos (algorítmicos o heurísticos), aunque, en la práctica educativa se hace mayor énfasis en los procedimientos.
- Los métodos de enseñanza hacen uso excesivo del Álgebra y de la aritmetización del Álgebra, desde una perspectiva “axiomatizada”, algorítmica y rutinaria, como un conjunto de reglas y fórmulas que existen y valen por sí mismas.

La Matemática Propedéutica constituye un escenario ideal para convertir en fortalezas las debilidades anteriormente mencionadas, a través del tratamiento didáctico de la relación variable-parámetro, y el reconocimiento de la dualidad objeto-proceso en la solución de problemas matemáticos, apelando a los conocimientos que el estudiante tiene sobre Álgebra (GODINO; NETO, WILHELMI, AKÉ, ETCHEGARAY y LASA, 2015), (HEREDIA, 2018), (VALENZUELA-CALDER, PÉREZ-GONZÁLEZ y OCA-RECIO, 2020).

En ese contexto la pregunta que condujo el desarrollo de la investigación fue la siguiente: ¿Qué tareas se deben desarrollar en la Matemática Propedéutica para estimular el tránsito de lo que el estudiante ya conoce, o de lo que cree conocer, hasta lo que pueda hacer, de modo que valore, profundice y generalice los conceptos matemáticos estudiados en la enseñanza precedente?

Marco teórico

De acuerdo con Pérez (2020) la articulación de varias propuestas teóricas es un desafío para el desarrollo teórico conceptual de la Matemática Educativa; desde esa perspectiva, en la investigación se asumen algunas que comparten la visión sociocultural de la enseñanza y el aprendizaje, asumen el relativismo histórico-cultural de las prácticas matemáticas y de sus significados, y son referentes para los estudios sobre el desarrollo conceptual en la Matemática.

Es así como, se integran como referentes teóricos la propuesta de Star (2013) sobre la dualidad proceso-objeto en la solución de problemas matemáticos, la de Godino, Neto, Wilhelmi, Aké, Etchegaray. y Lasa (2015) sobre la relación variable-parámetro, y la de Heredia (2018) sobre la sistematización conceptual en la Matemática Propedéutica.

En relación con lo referido por Star (2013) se asume que la dualidad proceso-objeto se manifiesta la relación dialéctica de lo objetal (conceptos y proposiciones) y lo procesal (procedimientos) en el proceso de solución de problemas matemáticos.

Para explicar la dualidad referida, los autores explican que en un mismo objeto matemático pueden interactuar dos o más procesos simultáneamente, y a su vez los diferentes procedimientos se significan como objetos, lo que implica la combinación de las siguientes exigencias didácticas:

- Reconocer múltiples procedimientos de solución del problema matemático.
- Saber utilizar conocimientos previos en la resolución de nuevos problemas, o buscar soluciones óptimas para aquellos con los que no está familiarizado.
- Hacer valoraciones, generalizaciones y aplicaciones conceptuales en los procedimientos de solución del problema matemático.

De ese modo los autores proponen desarrollar procesos de reflexión cuando se utilizan diferentes procedimientos de solución en función de un mismo problema matemático, para que el estudiante reconozca, con flexibilidad, la dualidad entre procesos y objetos matemáticos, de ahí que se recomiende utilizar un amplio espectro procedimental.

En relación con la propuesta de Godino, Neto, Wilhelmi, Aké, Etchegaray. y Lasa (2015) se asumen la argumentación de la relación variable-parámetro, en base a las funciones contextuales de los parámetros, para la solución de problemas matemáticos.

Esos autores argumentan que uso didáctico de la relación variable-parámetro fomenta la reificación de fórmulas y de expresiones algebraicas, permite abordar la dualidad proceso-objeto

y favorecen la articulación y el análisis de los diferentes usos de la noción de variable, a través de tareas que conlleven a un proceso de su interpretación y argumentación reflexiva de la relación utilizando como contexto la solución de problemas matemáticos.

También explican que si los parámetros cumplen las funciones contextuales de generalizar, incógnita o tratamiento, entonces se requerirá de la coordinación y el acoplamiento progresivo de variables y parámetros, a través del uso de diversos registros de representación semiótica, y sus transformaciones y conversiones, lo que requiere el desarrollo de tareas que promuevan acciones orientadas a lo reflexivo, valorativo y lo diferenciador en dependencia de los diferentes usos que pudieran asignárseles a los parámetros.

En relación con la sistematización conceptual en la Matemática Propedéutica se asume de Heredia (2018) que es una actividad intelectual de producción de conocimientos que se desarrolla a través de las siguientes acciones:

- Reflexión sobre la dualidad proceso-objeto.
- Interpretación de la relación variable-parámetro a partir de las vivencias del estudiante, en la enseñanza precedente, para la solución de problemas matemáticos.
- Argumentación conceptual de la relación variable-parámetro en la solución de problemas matemáticos.

La autora argumenta que la interrelación dialéctica de esas acciones, como consecuencia de la interacción de los procesos cognitivos, afectivos y valorativos del aprendizaje, promueve en el estudiante la significatividad de la disponibilidad y uso de la relación variable-parámetro, y de la dualidad proceso-objeto en la solución de problemas matemáticos.

En ese contexto, la autora antes citada, refiere a Castellanos, Castellanos, Llivina, Silverio, Reinoso y García (2002), para explicar que aprender significativamente, es dar un sentido personal o significado a la disponibilidad y uso de la relación variable-parámetro, y de la dualidad proceso-objeto, de forma tal que el estudiante logre la relación entre:

- Significatividad conceptual: Relación de los nuevos conocimientos con los conocimientos que ya se poseen de la enseñanza precedente.
- Significatividad experiencial: La relación de lo nuevo con sus vivencias, el conocimiento y la vida (relación teoría-práctica).
- Significatividad afectiva: La relación entre los nuevos contenidos y lo afectivo-motivacional del aprendizaje del estudiante.

Siendo así, la sistematización conceptual promueve la significatividad (conceptual, experiencial y afectiva) en el estudiante para el reconocimiento de dualidad proceso-objeto, así como la interpretación y argumentación de la relación variable-parámetro en la solución de problemas matemáticos de aplicación profesional.

Características de las tareas propuestas

Tareas de nivelación

Las tareas de nivelación tuvieron el objetivo de estimular la efectividad del estudiante en la solución de problemas matemáticos, en contextos diversos, distinguiendo la disponibilidad de recursos procedimentales existentes en dicha solución; movilizándolo, valorando y diferenciando, de forma integrada, conceptos y procedimientos (PÉREZ, 2020).

La efectividad antes mencionada se concretó al valorar si el estudiante:

- Logra, o no, obtener la solución del problema matemático, ósea, si logra el resultado esperado (eficaz).
- Logra obtener la solución del problema matemático con el mínimo de recursos procedimentales, entre los disponibles (eficiente).

Para el logro de ese objetivo se desarrollaron dos grupos de tareas, el primero se denominó tareas de argumentación valorativa de la diferenciación entre proceso y objeto en la solución de problemas matemáticos, y estuvo caracterizado por la actividad reflexiva y valorativa para identificar los conceptos que subyacen en la solución buscada; además, posibilitan identificar las dificultades y potencialidades del estudiante, a través de la ejecución de los diferentes procedimientos matemáticos.

Se tuvo en consideración el análisis de la dualidad proceso-objeto, la búsqueda del desnivel existente entre los estudiantes, desde la perspectiva del significado institucional y personal que tienen sobre los conceptos identificados; y de la utilización y representación de los recursos semióticos, evitando la absolutización de lo algebraico, lo geométrico y/o lo aritmético.

El segundo grupo se denominó tareas de explicitación de la disponibilidad de recursos procedimentales para la solución de problemas matemáticos, significar los conceptos, y valorar las relaciones proceso-objeto, de modo que se promueva la autonomía del estudiante, considerando que el problema matemático generalmente no proporciona las bases suficientes de

análisis para distinguir los diferentes procedimientos que le están asociados a su solución, de ahí la importancia del análisis reflexivo.

Para el logro de lo anterior se desarrollaron tareas similares a la siguiente:

¿Cuáles son los recursos procedimentales que podemos utilizar para probar la siguiente

identidad: $\frac{\cos^2(\alpha)\sec(\alpha)}{\text{sen}(\alpha)} = \cot(\alpha)$, Argumente su respuesta (HEREDIA, 2018).

Entre los procedimientos procedimentales se explicitaron los siguientes:

- Aplicar identidades fundamentales, efectuando las operaciones y simplificando hasta obtener el miembro de la izquierda.
- Aplicar identidades fundamentales, efectuando las operaciones y simplificando hasta obtener el miembro de la derecha.
- Calcular $\frac{\cos^2(a)\sec(a)}{\text{sen}(a)} - \cot(a)$ y verificar que el resultado es cero.
- Evaluar sustituyendo con un ángulo y verificando el cumplimiento de la igualdad.

En el proceso de solución se argumentó y valoró cada uno de esos recursos procedimentales, así como la diferenciación de los objetos asociados a cada uno de los procedimientos, además se precisó que algunos de los objetos intervinientes en la solución del ejercicio son:

Identidad matemática, ecuación, equivalencia de ecuaciones, equivalencia numérica, equivalencia algebraica, igualdad, propiedad distributiva del producto respecto a la suma, la comprensión del signo igual como expresión de una equivalencia, orden de las operaciones, factor común, fracción, numerador, denominador (HEREDIA, 2018, p. 227).

Con respecto a las relaciones proceso-objeto, se hizo énfasis en que aprendieran a buscar argumentos para valorar la diferenciación entre proceso y objeto, indagar las razones de las diferencias, o sus causas, y buscar respuestas argumentadas a la pregunta sobre el por qué se requiere, o es de utilidad valorar esas diferencias.

Para lo anterior se realizaron debates colectivos durante todo el proceso de solución del problema matemático, para reflexionar y valorar el modo en que se llegó a su solución, las diferentes vías de solución posibles, la variedad de recursos procedimentales disponibles, la correspondencia del resultado con las exigencias del problema planteado y las razones de su validez, demostrando proposiciones, o evaluando si una cadena de argumentos es correcta.

Tareas de profundización

Las tareas de profundización tuvieron el objetivo de estimular la significatividad del análisis de la relación variable–parámetro para poder utilizar variados recursos en la solución del problema matemático.

Se realizaron tres grupos de tareas para el logro del objetivo, el primer grupo denominado tareas de argumentación reflexiva del tratamiento de la representación a nivel de variable, el segundo grupo, tareas de coordinación de la relación variable-parámetro, y el tercero, tareas de socialización de la lógica del acoplamiento progresivo de la relación variable-parámetro en la solución de problemas matemáticos.

La profundización se orientó al dominio del contenido, a la estimulación del desarrollo del pensamiento lógico, la independencia cognoscitiva, y la habilidad para identificar diferentes procedimientos en función de un mismo problema matemático, y a la comprensión conceptual sobre la base de la coexistencia de significados de variables y parámetros en un mismo análisis.

En el primer grupo de tareas se trabajó el análisis reflexivo a nivel de variable, para propiciar la articulación, interpretación, simbolización y manipulación respecto a las diferentes representaciones de la variable en distintas situaciones donde ella interviene, como una de las dos funciones contextuales del parámetro: registro numérico o como cantidad cambiante.

Se realizaron tareas como la siguiente:

Una escalera de 20 pies de alto está recostada a una pared, si el pie de la escalera está separado 6 pies de la pared. Obtenga el ángulo formado por la escalera y la pared (HEREDIA, 2018).

En ese caso, la argumentación se orientó a que la variable buscada se exprese en términos de los datos numéricos del problema.

Se promovió la reflexión analítica sobre la valoración errónea de la variable tomando de referencia el símbolo que la define, para lo que se abordaron variados problemas matemáticos para evitar la noción generalizada donde las variables se representan solamente con las letras e.

La letra como variable, se abordó de forma tal que el estudiante fuera capaz de interpretar que la literal x representa un rango de valores, para describir el grado de dependencia de los cambios entre dos conjuntos.

En los problemas matemáticos abordados se concibió a la variable como algo que cambia continuamente donde las relaciones entre las variables se denominan función, y se instituyen al estudiar fenómenos de variación, enfatizando en que el uso de las fórmulas constituye una de las herramientas utilizadas para operativizar a las variables, puesto que éstas nos ayudan a cuantificar los cambios que ellas experimentan.

De forma general, el primer grupo de tareas se abordó desde tres aristas:

- La argumentación del significado de una letra (símbolo), en un contexto algebraico y computacional, como un número generalizado.
- La modelación y argumentación de eventos dinámicos, para incidir en el razonamiento covariacional.
- La argumentación de la variable como una literal (símbolo), que después de cierto proceso se le asocia un número generalizado.

En el segundo grupo de tareas se trabajó la coordinación valorativa de la relación entre variable y parámetro, el tránsito de la noción de variable a la de parámetro, articulando, interpretando, simbolizando y manipulando las diferentes relaciones que se ponen de manifiesto entre variable y parámetro, teniendo como base las cinco funciones contextuales del parámetro.

Se respondieron tareas en las que la variable buscada se pudiera expresar en términos de los datos a nivel de parámetros del problema, por ejemplo:

Una escalera de a pies de alto está recostada a una pared, si el pie de la escalera está separado b pies de la pared. Obtener el ángulo formado por la escalera y la pared (HEREDIA, 2018).

La valoración de la coordinación de variables y parámetros se concibió como la apreciación que se realiza del proceso de operar con la incógnita o de operar con la variable, sustentada en la diversidad de objetos y procesos matemáticos que intervienen en las prácticas operativas y discursivas que se realizan desde el punto de vista institucional.

Los criterios valorativos utilizados fueron los siguientes:

- La presencia de objetos algebraicos de un segundo grado de generalidad como mínimo.
- Las transformaciones en expresiones algebraicas aplicando las propiedades y teoremas matemáticos.
- La comunicación matemática en lenguaje simbólico y gestual, entre otros.

La valoración se realizó con un proceder flexible para propiciar la significatividad en relación con la utilización de parámetros, de forma tal que en lugar de números se usaran parámetros como registros numéricos para expresar familias de objetos.

Lo anterior requirió operar con la incógnita o con la variable, coordinar parámetros y coeficientes variables, a través de la discriminación del dominio y rango de los objetos matemáticos analizados, donde se le asignó a cada valor del parámetro una función o ecuación específica.

Para concretar lo anterior fue necesario el diseño de problemas matemáticos donde los símbolos literales fueran valorados como variables indicativas de un nuevo grado de generalidad, cuyos dominios de definición y rango de variación fueran los conjuntos numéricos en que estaban definidas las variables, por ejemplo y y x , donde el símbolo x es también una variable, pero con un grado de generalidad superior, cuyo dominio de definición es el mismo, u otro conjunto numérico, y el rango de valores es la familia de funciones.

En el tercer grupo de tareas se promovieron actividades en las que el estudiante tuviera que socializar la lógica del acoplamiento progresivo de la relación variable-parámetro en la resolución de problemas matemáticos, con la intención de propiciar el análisis reflexivo de la naturaleza doble que pueden tener las variables y parámetros en la solución de un problema matemático.

En este caso se plantearon tareas en las que se valoró que la solución a nivel de variable conduce a una solución particular, y la solución a nivel de parámetro conduce a una solución general que propiciará una fórmula para resolver este tipo de problema.

Para lograr lo anterior se propició el tránsito por las diferentes concepciones del parámetro de lo más simple a lo más complejo, desde el parámetro como registro numérico al parámetro como tratamiento, utilizando recursos semióticos y mediacionales.

En relación con el acoplamiento progresivo de la relación variable-parámetro Heredia (2018) lo concibió como la actividad de reflexión donde se realizan cálculos analíticos progresivos (sintácticos) en los que tengan que intervenir uno o más parámetros, variables y operaciones con parámetros.

En esas actividades se reflexionó sobre las relaciones entre variables y parámetros a través del análisis de los objetos matemáticos intervinientes en la solución del problema

matemático, precisando la familia de objetos que pueden ser modelizados y simbolizados a través de una estructura común.

Tareas de generalización

Las tareas de generalización tuvieron el objetivo de estimular la coherencia lógica argumentativa de la aplicación conceptual en la solución de problemas matemáticos aplicados a la vida real, utilizando variados recursos, enfatizando en el uso de múltiples contextos de la vida, y en el acoplamiento progresivo de lo procedimental-conceptual, sobre la base de las argumentaciones que evidencien la relación variable-parámetro.

La argumentación conceptual a través de la aplicación de la matemática a solución de problemas del entorno se asumió como el proceso de sistematización de acciones diferenciadoras en la relación variable-parámetro, la conversión de registros de representación semiótica de los conceptos matemáticos, la reflexividad discursiva y la contextualización a la solución de problemas del entorno desde la Matemática.

Lo anterior favoreció la generalización de la relación variable-parámetro, y la transferencia de la aplicación conceptual a la solución de problemas del entorno aplicando la matemática, y exigió el establecimiento de relaciones de los conocimientos que tiene el estudiante de la enseñanza precedente, su reorganización y aplicación a la solución de variados problemas matemáticos.

Las tareas realizadas se caracterizaron por actividades donde:

- Se realizaron acciones de diferenciación y comparación de las características que destacaban lo esencial del saber, y del poder adquirido, y que incluyeron el análisis de propiedades comunes y diferentes, el establecimiento de nexos entre los conocimientos, que eventualmente pudieran parecer aislados, para progresivamente organizarlos en un sistema.
- Se utilizaron variedad de procedimientos que susciten el análisis inductivo y deductivo, la búsqueda de las causas, consecuencias y de la esencia.
- Se propició el desarrollo de las habilidades lógicas asociadas al tratamiento de conceptos y procedimientos, como son: definir, identificar, diferenciar, argumentar, ejemplificar, comparar, clasificar, limitar conceptos, determinar la estructura sintáctica, determinar el valor de verdad de una proposición, transformar proposiciones (formar recíprocos,

contra recíprocos, negar, enlazar y cuantificar proposiciones que pueden conducir o no a proposiciones semánticamente equivalentes) y realizar razonamientos por analogía, inducción o deducción.

En ese contexto las tareas se agruparon en tres grupos: el primero denominado tareas de comparación diferenciadora de la relación variable–parámetro en la conversión de los registros de representación de conceptos matemáticos, el segundo, tareas de reflexión dialógica sobre la diferenciación variable–parámetro, y el tercero, tareas de explicitación de la lógica del proceso de aplicación de los conceptos en la solución de problemas del entorno aplicando la matemática.

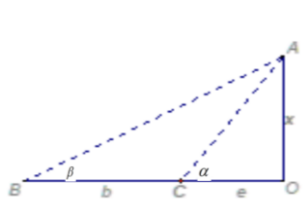
El primer grupo de tareas tuvo la función de búsqueda de argumentos desde la diferenciación, para estimular la comparación de los procedimientos y conceptos, desde la relación variable – parámetro, y a través del proceso de conversión de los registros de representación del concepto matemático.

Un ejemplo de ejercicio desarrollado en este grupo fue el siguiente:

Desde un barco se divisa la cima de una montaña bajo una visual que forma con la horizontal un ángulo de α grados. Si el barco se aleja b metros, la nueva visual formará un ángulo de β grado con la horizontal. Calcular la altura de la montaña (HEREDIA, 2018).

En ese ejercicio, para la representación en una semiótica gráfica (Figura 1) el estudiante tiene que comparar y diferenciar parámetros y variable, esto es OA representa la altura de la montaña, que es la variable por determinar, y aunque los ángulos de la visual con la horizontal están dados paramétricamente deben identificar cual es mayor para ubicarlo adecuadamente en la representación.

Figura 1 – Gráfica Auxiliar del ejercicio



Fuente: HEREDIA (218, p. 229)

Para lograr la búsqueda de argumentos desde la diferenciación, fue necesario identificar las diferencias y semejanzas que hay entre los registros convertidos, a partir de criterios preestablecidos, además, se identificaron las características esenciales de los conceptos, primeramente, en casos particulares y posteriormente en casos generales (de lo particular a lo

general), argumentando la dualidad objeto-proceso, y estableciendo relaciones, para de esa forma favorecer el desarrollo de los procesos lógicos del pensamiento.

El segundo grupo de tareas se orientó al análisis reflexivo discursivo, para estimular las discusiones y análisis en actividades que propicien la sistematización de los conceptos con coherencia lógica, la comprensión conceptual como resultado de la vivencia del estudiante, y así lograr la significatividad desde dos aristas, una en el proceso de resolución de problemas matemáticos, y otra en la integración de conceptos, procedimientos y relaciones.

La reflexión dialógica sobre la diferenciación variable–parámetro se asumió como el proceso en el que se resuelven problemas del entorno, donde el estudiante aprende a preguntar, a buscar características, contraejemplos y a plantear suposiciones en la reflexión sobre el proceso de solución de problemas aplicando la matemática.

Una de las tareas desarrolladas para promover la reflexión dialógica fue la siguiente:

Establecer la relación entre la variable y los valores paramétricos: $\tan(\alpha) = \frac{x}{b+e}$ $\tan(\beta) = \frac{x}{e}$ (HEREDIA, 2018).

En tareas como esa se insistió en el aprender a preguntar en el proceso de diferenciación variable–parámetro como vía para estimular los procesos lógicos del pensamiento, la autonomía, y la expresión oral y escrita; además, para identificar los procedimientos y conceptos, y las diferentes funciones contextuales de los parámetros.

El tercer grupo de tareas se orientó a lograr la contextualidad de las argumentaciones para estimular las intervenciones sobre el proceso de solución de problemas del entorno, desde la dualidad proceso-objeto y la relación variable–parámetro, a través del empleo de dos tipos de argumentos (ejemplos y conceptos), para exponerlos al debate con la finalidad de llegar a acuerdos sobre el significado del problema y su proceso de solución.

La aplicación de los conceptos en la solución de problemas del entorno desde la Matemática se asumió como un proceso en el que la solución del problema no sea el resultado de aplicar fórmulas memorizadas, sino como la acción, desde la vivencia del estudiante, en que tenga que explicitar con coherencia lógica, la argumentación de la integración de conceptos, procedimientos y relaciones.

Es por eso por lo que se propició diversidad de relaciones y argumentaciones; a través de la diversificación de los problemas a resolver, en dependencia de intereses y motivaciones del estudiante, de forma que el contexto se constituyera en el sustento de los argumentos.

Validación teórica de las tareas y estudio experimental

La propuesta de tareas se hizo en el contexto de un proyecto de investigación doctoral, e incluyó un proceso de validación a través del criterio de expertos, utilizando el método Delphi (LÓPEZ-GÓMEZ, 2018), y dos talleres de socialización (MATOS y CRUZ, 2012), como técnicas de consenso que permitieron estructurar un proceso de comunicación grupal entre expertos procedentes de República Dominicana, Cuba y Panamá.

Su implementación en la práctica educativa se realizó a través de un estudio experimental en el que se manipula la variable independiente y se valora su impacto sobre la dependiente (RAMOS, 2021).

Validación teórica de las tareas

El criterio de expertos conllevó al procesamiento estadístico de las opiniones recibidas de especialistas en temas de sistematización, trabajo con conceptos y/o el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Propedéutica, con fundamentos en su experiencia científica, profesional o en un análisis lógico como expresión de su experticia, con el objetivo de valorar la pertinencia y coherencia de las tareas propuestas para promover la sistematización conceptual, así como la factibilidad de su posible aplicación en la Matemática Propedéutica.

Los posibles expertos se seleccionaron de forma directa, los cuales respondieron un cuestionario que tuvo como objetivo clasificar el nivel de competencia de los expertos en alto, medio o bajo, en relación con el tema objeto de estudio y utilizando el método Delphi (GEORGE y TRUJILLO, 2018); para ser aceptado se exigió tener un nivel de competencia alto y disposición para participar en la investigación.

Los talleres de socialización se utilizaron como otra alternativa válida para la valoración científica de las tareas que promueven la sistematización conceptual y de sus fundamentos teóricos, de forma dinámica, didáctica e interactiva.

Se invitaron especialistas de República Dominicana, Cuba y Panamá, que son docentes de Matemática, con más de 5 años de experiencia docente, con grado científico de doctor, y con interés en participar en la investigación.

Los talleres se realizaron a través de la plataforma Zoom, los invitados recibieron con antelación, vía correo electrónico, la lógica didáctica de la propuesta de tareas para promover la sistematización conceptual, y sus fundamentos teóricos, y se les comunicó que el primer taller

se expondrían los resultados de la investigación y en el segundo los ejemplos de tareas; en ambos talleres se propició, en un segundo momento, el debate reflexivo argumentativo con el objetivo de hacer la valoración científica.

En el debate se incentivó la reflexión argumentativa sobre la pertinencia de los fundamentos teóricos y prácticos, y su coherencia con la lógica expresada en de las tareas propuestas, la factibilidad de aplicación y las recomendaciones para el perfeccionamiento de la investigación.

Al finalizar ambos talleres se aplicó una encuesta para evaluar los aspectos mencionados en el párrafo anterior, a través de la escala de 1 a 5, donde 1 fue totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 indeciso, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Estudio experimental

Se realizó un estudio experimental en el que se compara un grupo experimental en el que se implementa el resultado de la investigación para valorar su efecto en los estudiantes, y otro grupo similar que es observado, para finalmente valorar y comparar los cambios ocurridos en ambos grupos (RODRÍGUEZ, 2011).

La población estuvo conformada por 887 estudiantes, durante el primer cuatrimestre del año 2020, en la asignatura Matemática Básica de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana; y la muestra, no probabilística e intencional, constituida por el 30% de la población total (266), de ellos 133 en el grupo experimental, e igual cantidad en el grupo de control (133).

El estudio partió de la siguiente hipótesis: Si en la Matemática Propedéutica las tareas desarrolladas promueven la sistematización conceptual, sobre la base de la reflexión sobre la dualidad proceso-objeto y la interpretación de la relación variable-parámetro, entonces se contribuirá a que los estudiantes mejoren su efectividad en la solución de problemas matemáticos.

Se realizó la contrastación de hipótesis nula y alternativa; para analizar la existencia de diferencias significativas entre los dos grupos de estudiantes, esas hipótesis fueron las siguientes:

- H_0 : No hubo diferencia significativa en la efectividad de los estudiantes en la solución de problemas matemáticos entre el grupo de control y el experimental.

- H_1 : Hubo diferencia significativa en la efectividad de los estudiantes en la solución de problemas matemáticos entre el grupo de control y el experimental.

Se realizaron las comparaciones mediante pruebas de independencia de Chi-cuadrado, empleando las tablas de contingencias e implementado en script escritos en el lenguaje estadístico R (KLEIBER y ZEILEIS, 2008).

Al finalizar la Matemática Propedéutica se aplicó la siguiente prueba para valorar la efectividad de los estudiantes en su solución:

1. La suma de dos números es igual a 12 y su producto es 32. Halla los dos números y diga todos los procedimientos, posibles, con los que se pudiera obtener la solución, y qué conceptos matemáticos intervienen en los distintos procedimientos indicados por usted.
2. Pruebe que $\tan \theta + \operatorname{ctg} \theta = \sec \theta \operatorname{csc} \theta$ Además, diga todos los procedimientos, posibles, con los que se pudiera obtener la solución.
3. ¿Explique qué relación hay entre el perímetro P y el área A de un triángulo isósceles?, y ¿En qué casos P y A determinan un único triángulo isósceles? (HEREDIA, 2018).

Para el análisis comparativo se clasificaron los estudiantes, desde una perspectiva cualitativa, en Mal (M), Regular (R), Bien (B) y Excelente (E), atendiendo a los criterios evaluativos que se definen en el apartado 3.1 de este artículo respecto a la efectividad de los estudiantes en la solución de problemas matemáticos.

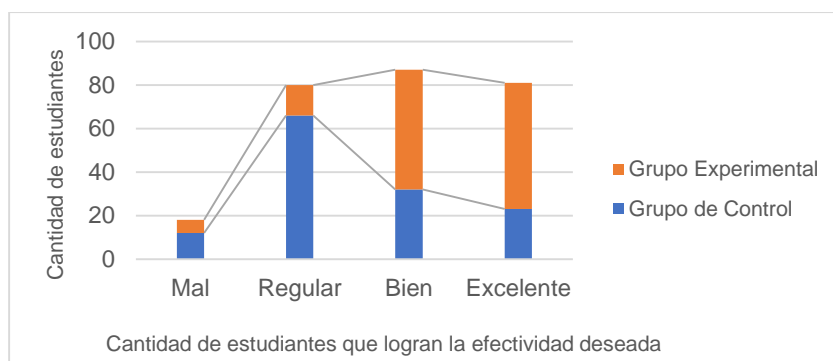
Resultados y discusión

Se pudo contactar que las tareas propuestas se valoraron como adecuadas, necesarias y pertinentes para el contexto de la sociedad actual, lo que se corresponde con lo planteado por Lloveray Del Castillo (2020) sobre la necesidad de actualizar la Matemática como como respuesta a los objetivos metas de la agenda 2030, en la que se aspira que los estudiantes tengan conocimientos prácticos y teóricos para promover, desde la escuela, el desarrollo sostenible de la sociedad.

De la comparación entre el grupo de control y el experimental resultó que , los grados de libertad = 4, y el , entonces, si , por lo que se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

En la clasificación de los estudiantes en ambos grupos (Figura 2) se mostró que los resultados en el grupo experimental fueron mejores.

Figura 2 – Gráfica de los resultados de la prueba para comparar el grupo de control y el experimental



Fuente: Elaborado por los autores

De los resultados obtenidos se pudo valorar que hubo transformaciones positivas en el estudiante, al lograr distinguir los diversos recursos procedimentales que disponen para comprender y argumentar el proceso de solución, al comprender que no es real el mito de asociar conceptos a un único procedimiento de solución de los problemas matemáticos, así como la relación variable–parámetro para la conversión de los registros de representación del concepto matemático.

La argumentación conceptual en el proceso de solución de problemas matemáticos, atendiendo a la relación variable-parámetro, fue lo que más incidió en la clasificación de estudiantes de regular y mal, lo cual debe ser objeto de especial atención pues como dice Godino, Neto, Wilhelmi, Aké, Etchegaray. y Lasa (2015) su comprensión flexible pudiera determinar el rumbo de las trayectorias de aprendizaje.

Un aspecto que, aunque no fue objeto de estudio, debe prestarse especial atención, está relacionado con el compromiso y esfuerzo del estudiante para hallar la solución del problema matemático, y no desistir ante los obstáculos que se le presentan, aspecto que puede ser objeto de estudio de próximas investigaciones y que se corresponde con lo planteado por Eccius-Wellmann y Ibarra-González (2020) sobre la dependencia de la evaluación del estudiante con los aspectos socioemocionales.

Conclusiones

La sistematización conceptual, como recurso didáctico, en la Matemática Propedéutica debe hacer énfasis en la reflexión, interpretación y argumentación conceptual, y atender a la significatividad del uso de la relación variable-parámetro, y la dualidad proceso-objeto, en el proceso de solución de problemas matemáticos, para lograr efectividad esperada en el estudiante.

Se requieren cambios en el discurso didáctico-matemático (GUERRERO, 2020), de modo que se conciba, como punto de partida, la exploración valorativa de las vivencias del estudiante, para así revalidar o modificar lo que ya el estudiante sabía de la enseñanza precedente (HEREDIA y FERNÁNDEZ, 2017).

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Santo Domingo, República Dominicana, y al Proyecto “Gestión didáctica innovadora de la Matemática para mejorar la formación de los estudiantes de preuniversitario y secundaria básica” de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba.

Referencias

- BLANCH-MILHET, M., RAMOS-BANTEURT, A., SILVA-SPECK, L., Y ÁLVAREZ-CORTÉS, H. **El método de sistematización conceptual discursiva especializada en una práctica de campo de estudiantes de la carrera Licenciatura en Educación. Biología-Química de la Universidad de Oriente.** Maestro y Sociedad, Oriente, p. 44-53, 2017. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/3119>
- BRAVO, F., ILLESCAS, L., LARRIVA, S., Y PEÑA, M. **Causas de Deserción en el Ingreso a la Universidad; un Estudio de Caso.** Revista de la Facultad de Ciencias Químicas, Cuencas, v. 18, p. 48 – 59, 2017. <https://1library.co/document/7qvol9dy-aprender-ensenar-escuela-concepcion-desarrolladora.html>
- CASTELLANOS, D., CASTELLANOS, B., LLIVINA, M., SILVERIO, M., REINOSO, C., Y GARCÍA, C. **Aprender y enseñar en la escuela. Una concepción desarrolladora.** La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2002. <https://1library.co/document/7qvol9dy-aprender-ensenar-escuela-concepcion-desarrolladora.html>
- CIFUENTES, M., MUNIZAGA, F., Y MELLA, J. **Más tiempo para aprender: Evidencias para aportar al debate sobre equidad, inclusión y gratuidad de la Educación Superior a partir de resultados de dispositivos de nivelación matemática.**

- Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Latinoamericana (PEL), Santiago, v. 54, n.1, p. 1 – 15, 2017. www.revistaaithesis.uc.cl/index.php/pel/article/view/24215
- DÍAZ, J., DE LUNA, M. Y SALINAS-PADILLA, H. **Curso de nivelación algebraica para incrementar el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje.** RIDE Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo, Jalisco, v. 9, n. 18, p. 456 – 489, 2019. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.432>
- DOMÍNGUEZ, S., Y COUOH, A. **Resultados de la implementación de un programa de nivelación matemática con los alumnos de nuevo ingreso de la División Industrial de la Universidad Tecnológica Metropolitana, en el cuatrimestre septiembre-diciembre de 2019.** Advances in Engineering and Innovation, Yucatán, v. 6, n. 1, p. 25-34. 2021. <http://www.progreso.tecnm.mx/revistaAEI/index.php/aei/article/view/68>
- ECCIUS-WELLMANN, C., Y IBARRA-GONZÁLEZ, K. **Dependencia de la calificación de una evaluación diagnóstica en matemáticas con aspectos afectivos por la comisión de errores.** Bolema: Boletim de Educação Matemática, Río Claro, v. 34, p. 544 – 563, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a10>
- GEORGE, C., Y TRUJILLO, L. **Aplicación del Método Delphi Modificado para la Validación de un Cuestionario de Incorporación de las TIC en la Práctica Docente.** Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, Madrid, v. 11, n. 1, p. 113 – 134, 2018. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6539097.pdf>
- GODINO, J., NETO, T., WILHELMI, M., AKÉ, L., ETCHEGARAY, S. Y LASA, A. **Niveles de algebrización de las prácticas matemáticas escolares. Articulación de las perspectivas ontosemiótica y antropológica.** Avances de Investigación en Educación Matemática, Barcelona, v. 8, p. 117 – 142, 2015. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/9249/>
- GUERRERO, F. **Dificultades que enfrentan los nuevos estudiantes universitarios en Matemática.** Innova research journal, Arizona, v. 5, n. 1, p. 1 – 8, 2020. <http://dx.doi.org/10.33890/innova.v5.n1.2020.994>
- HEREDIA, W. **Estrategia didáctica para la sistematización conceptual en la matemática propedéutica.** 2018. Tesis (Doctorado en Ciencias Pedagógicas) – Centro de Estudios de Ciencias de la Educación Enrique José Varona, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba, 2018
- HEREDIA, W., Y FERNÁNDEZ, P. **Representación social de la matemática en estudiantes de ingeniería: un estudio exploratorio en cursos propedéuticos.** Transformación, Camagüey, v. 13, n. 1, p. 17 – 31, 2017. <http://scielo.sld.cu/pdf/trf/v13n1/trf03117.pdf>
- HERNÁNDEZ, C., Y JUÁREZ, M. **Satisfacción de los estudiantes en un curso propedéutico de matemáticas en e-modalidades.** Apertura, Guadalajara, v. 10, n. 2, p. 6 – 19, 2018. <https://doi.org/10.32870/ap.v10n2.1384>

- LLOVERA, J., Y DEL CASTILLO, A. **Actualización de los cursos de Física y Matemática: necesidad impostergable desde la agenda 2030**. La Habana: Editorial Universitaria, 2020. <http://catalogo.reduniv.edu.cu/items/show/32729>
- LÓPEZ-GÓMEZ, E. **El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica**. Educación XX1, Madrid, v. 21, n. 1, p. 17 – 40, 2018. <https://www.redalyc.org/pdf/706/70653466002.pdf>
- LORENTE-RUIZ, A., DESPUJOL, I., Y CASTAÑEDA, L. **MOOC como estrategia de nivelación en la enseñanza universitaria: el caso de la Universidad Politécnica de Valencia**. Campus Virtuales, Huelva, v. 10, n. 2, p. 9 – 25, 2021. <http://uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/761>
- MATHEU, A., PÉREZ, C., JUICA, P., VILLAGRA, C., Y COTÉS, R. **Nivelación propedéutica y rendimiento académico en la Universidad “Bernardo O’Higgins” de Chile**. Educación Médica Superior, Habana, v. 35, n. 3, p. 1 - 17, 2021. <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2999>
- MATOS, E., Y CRUZ, L. **El taller de socialización y la valoración científica en las Ciencias Pedagógicas**. Transformación, Camagüey, v. 8, n. 1, p. 10 – 19, 2012. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/transformacion/article/view/1598>
- PEÑA, R., y SÁNCHEZ, R. (2018). **Transición de la matemática de la escuela secundaria a la de la universidad a través del énfasis en la solución de problemas matemáticos**. PARADIGMA, 39(2), 130-150. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2018.p130-150.id704>
- PÉREZ, O. (2020). **La formación y desarrollo conceptual en el cálculo diferencial y el álgebra lineal en las carreras de ingeniería**. PARADIGMA, 571-599. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2020.p571-599.id849>
- PÉREZ, O. **La Formación y Desarrollo Conceptual en el Cálculo Diferencial y el Álgebra Lineal en las Carreras de Ingeniería**. Revista Paradigma (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020), Maracay, Vol. XLI, p. 571 – 599, 2020. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.0.p571-599.id849>
- PICADO-ALFARO, M. **Sugerencias didácticas para la implementación de un curso de nivelación en matemáticas: La sistematización de una experiencia en la Universidad Nacional de Costa Rica**. Revista Electrónica Educare, Heredia, v. 22, n. 3, p. 314 – 331, 2018. <https://doi.org/10.15359/ree.22-3.15>
- RAMOS, C. **Diseños de investigación experimental**. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, v. 10, n. 1, p. 1 – 7, 2021. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>

- RAMOS, L., GUIFARRO, M., Y CASAS, L. **Dificultades en el aprendizaje del álgebra, un estudio con pruebas estandarizadas.** Bolema: Boletim de Educação Matemática, Río Claro, v. 35, p. 1016 – 1033, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a21>
- RODRÍGUEZ, J., Y SOTO, L. **El impacto de un curso virtual propedéutico en el aprendizaje de las matemáticas para aspirantes al nivel medio superior en tiempos de pandemia.** Revista Educación Y Ciudad, Bogotá, n. 41, 133 - 145, 2021. <https://doi.org/10.36737/01230425.n41.2511>
- RODRÍGUEZ, N. **Diseños experimentales en educación.** Revista de Pedagogía, Caracas, v. 32, n. 91, p. 147 – 158, 2011. <https://www.redalyc.org/pdf/659/65926549009.pdf>
- SIDDIQUI, N. **Mathematical Intuition: impact on non-math major undergraduates.** Bolema: Boletim de Educação Matemática, Río Claro, v. 35, p. 727-744, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a09>
- STAR, J. (2013). **On the relationship between knowing and doing in procedural learning.** Fourth international conference of the learning sciences. Mahwah: NJ: Erlbaum, 2013. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.594.2818&rep=rep1&type=pdf>
- VALENZUELA-CALDER, Y., PÉREZ-GONZÁLEZ, O., Y OCA-RECIO, N. **Reflexiones teóricas sobre la sistematización didáctica en la formación de docentes en servicio.** EduSol, Guantánamo, v. 20, n. 73, p. 138 – 152, 2020. <http://scielo.sld.cu/pdf/eds/v20n73/1729-8091-eds-20-73-138.pdf>
- VELÁSQUEZ, W., VILLAFANE, W., y VEGA, J. (2017). **Errores matemáticos cometidos por los estudiantes universitarios en el estudio de funciones.** PARADIGMA, 38(2), 291-307. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2017.p291-307.id632>

Autores:

Wendy Eufrocina Heredia Soriano

Licenciada en Educación Física por el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Paraíba (IFPB). Doctora en Ciencias Pedagógicas (Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Cuba). Actualmente es profesora en Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) República Dominicana.

Correo electrónico: wehssoriano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4034-8445>

Olga Lidia Pérez González

Licenciado en Educación especialidad Matemática

Doctora en Ciencias Pedagógicas,

Premio Sofía Kovalevskaja 2021, Categoría Enseñanza de la Matemática de la Fundación Kovalevskaja, Universidad Estatal de Arizona, Estados Unidos.

Premio Nacional de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación, Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba
Profesora e investigadora Titular de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz.
Investigadora Titular Honorífica” de la Carrera Nacional de Investigadores en Ciencia, Tecnología e Innovación, República Dominicana.
Coordinadora de la Red Iberoamericana de Investigadores en Matemática Educativa.
Tiene experiencia en las áreas de Matemática Educativa.
Correo electrónico: olguitapg@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4475-814X>

Jahiro Sutherland

Máster en Ingeniería en Matemáticas
Tiene experiencia en la enseñanza de la Matemática Universitaria, y en las investigaciones sobre Matemática y Matemática Educativa.
Correo electrónico: jazael.01@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4700-3818>