



Título: *El origen de una estrella.*
Autor: Conrado Domínguez Rodríguez
Técnica: mixta sobre arena
Dimensiones: 35 x 42 cm.
Año: 2010

DOMÍNGUEZ 2010 mi - e

Tratamiento metodológico de conceptos geométricos en entornos virtuales de aprendizaje¹

Methodological Treatment of Geometric Concepts in Virtual Learning Environments

Autores:

Meiyelis Cabrera Columbié²
<https://orcid.org/0000-0002-5683-953X>

Meivys Páez Paredes³
<https://orcid.org/0000-0001-5325-1004>

Carlos Luis Fernández Peña⁴
<https://orcid.org/0000-0001-6833-0055>

Recibido: 28/06/2023

Aprobado: 21/11/2023

DOI: <https://doi.org/10.53995/rsp.v15i1.1395>

Resumen

Los nuevos escenarios educativos se caracterizan por la utilización de las tecnologías y el auge de entornos virtuales de aprendizaje. El presente artículo es el resultado de una investigación cualitativa en el contexto del proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en entornos virtuales en la carrera de Educación Matemática de la Universidad de Pinar del Río (Cuba). El empleo de métodos de investigación teórica arroja limitaciones en la formación y asimilación de conceptos geométricos

¹ Artículo de investigación.

² Magíster en Ciencias de la Educación, Universidad de Pinar del Río “Hermandos Saíz Montes de Oca” (UPR); licenciada en Educación especialidad Matemática-Física, UPR. Miembro del grupo de investigación Gestión de la formación de profesionales en entornos virtuales, UPR. Profesora de matemáticas, UPR. meiyelis.cabrera@upr.edu.cu

³ Doctora en Ciencias de la Educación, UPR; magíster en Ciencias de la Educación, mención Tecnología Educativa, UPR; ingeniera informática, UPR. Miembro del grupo de investigación Gestión de la formación de profesionales en entornos virtuales, UPR. Profesora de maestría y doctorado en Ciencias de la Educación, UPR. meivys@upr.edu.cu

⁴ Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad Pedagógica de Pinar del Río “Rafael María de Mendive”; magíster en Ciencias de la Educación Superior, UPR; licenciado en Matemáticas, Universidad Pedagógica de Pinar del Río “Rafael María de Mendive”. Miembro del grupo de investigación Gestión de la formación de profesionales en entornos virtuales, UPR. Profesor de matemáticas y coordinador de la Maestría en Educación, UPR. carloslfernandez@upr.edu.cu

Este es un artículo en acceso abierto, distribuido según los términos de la licencia Creative Commons BY-NC-SA 4.0 Internacional.

espaciales por parte de los profesionales en formación. El objetivo principal es proponer acciones metodológicas para el tratamiento de conceptos con el propósito de dinamizar la enseñanza de la geometría. El estudio concluye que el empleo de entornos virtuales para el tratamiento de conceptos contribuye al desarrollo de la visualización y ubicación espacial; además, permite lograr una participación activa en la construcción del conocimiento que el profesional debe transmitir en ejercicio de su profesión.

Palabras clave: concepto, proceso de enseñanza, proceso de aprendizaje, geometría, educación a distancia.

Abstract

The new educational scenarios are characterized by the use of technologies and the boom of virtual learning environments. This article is the result of a qualitative research in the context of the teaching-learning process of

Geometry in virtual environments in the career of Mathematics Education at the University of Pinar del Río, Cuba. The use of research methods of the theoretical, empirical and statistical level showed limitations in the formation and assimilation of spatial geometric concepts by professionals in training. The main objective is to propose methodological actions for the treatment of concepts with the purpose of dynamizing the teaching of Geometry. The study concludes that the use of virtual environments for the treatment of concepts contributes to the development of visualization and spatial location, allows an active participation in the construction of the knowledge that the professional must transmit in the exercise of his profession.

Keywords: concept, teaching process, learning process, geometry, distance education.

Introducción

La sociedad y el ámbito educativo se encuentran bajo un avance tecnológico inigualable y sin precedentes en la historia de la humanidad. Ortega González *et al.* (2023) plantean que en ningún otro momento histórico quienes ejercen los roles de educadores y de estudiantes tuvieron a su alcance una variedad tan amplia de tecnologías como ahora. Esta dinámica es tal que cuesta mantener competencias vigentes ante su desarrollo.

En ese sentido, el desarrollo tecnológico, las nuevas tendencias para potenciar escenarios educativos virtuales y el progreso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han dado lugar a novedosas formas de enseñanza con la afiliación de recursos digitales en las clases. Betancur Zuluaga (2012) afirma que el principal reto está en integrar la tecnología al espacio educativo, adaptándolo a los cambios del mundo y a las exigencias de las nuevas generaciones.

En la enseñanza de la geometría como disciplina matemática, la tecnología permite el desarrollo de diferentes habilidades que posibilitan visualizar, analizar y establecer conjeturas a partir de la observación de fenómenos que pueden recrearse con los recursos tecnológicos, lo que potencia el razonamiento geométrico espacial

y la construcción de objetos desde sus propiedades básicas (Ramos y Cabrera, 2021). Ante este escenario, la geometría dinámica cobra protagonismo en la enseñanza de los contenidos disciplinares.

Sin embargo, no debe asumirse que las tecnologías pueden resolver por sí solas las dificultades tradicionales que se presentan en la enseñanza de la geometría espacial; dichas dificultades prevalecen debido al carácter abstracto de los contenidos geométricos. El problema siempre estará vinculado directamente a la dirección científica del proceso y no a lo puramente tecnológico.

Cala Peguero (2021) destaca que es crucial contar con docentes que estén debidamente capacitados, tanto en pedagogía como en tecnología, para poder adaptarse a los cambios necesarios, considerando incluso la brecha existente entre las habilidades tecnológicas de los estudiantes y de los docentes, la cual debe disminuirse a partir de un proceso de formación continua, planificado y progresivo. Por lo tanto, la educación virtual debe ser vista como la alternativa viable que llegó para quedarse en la educación superior.

El carácter integrador de la disciplina Geometría está dado porque “aporta significativamente al desarrollo de la lógica del pensamiento, en general, y de la imaginación espacial, como característica del pensamiento geométrico, en particular” (Cisneros *et al.*, 2016, p. 177).

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría espacial en la formación de profesionales debe caracterizarse por la profundización en la conceptualización geométrico-espacial de los estudiantes y el desarrollo de sus procesos de representación y visualización geométrico-espacial, que les permitan la transferencia entre diferentes tipos de representaciones, de manera que se apropien de mecánicas para la resolución y formulación de problemas de corte geométrico que posibiliten la adecuada dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido matemático en la enseñanza media, en particular, el relacionado con la línea directriz “Geometría” durante su práctica preprofesional y como profesionales de la educación matemática.

El futuro profesional debe ser capaz de asimilar y comprender los avances actuales de la didáctica de la geometría. Se asume lo planteado por Ramos y Cabrera (2021) cuando dicen que “debe estar preparado para desarrollar un trabajo intuitivo y experimental como base para la formación de conceptos y el establecimiento de relaciones unido a la resolución de problemas en la escuela” (pp. 49-50). Lo anterior presupone una formación atemperada a las transformaciones actuales en la enseñanza de la geometría.

Diferentes investigaciones llevadas a cabo por Fernández Rodríguez *et al.* (2017), Suárez Sotomonte *et al.* (2018), Alfonso y Repetto (2019), Sánchez y Prieto (2019), Manrique y López (2022), Moral-Sánchez *et al.* (2022) y Morales Chicana *et al.* (2023) han destacado las ventajas de emplear procesadores geométricos en la enseñanza de la geometría. Estos procesadores permiten abordar la geometría de manera dinámica e interactiva, por medio de la visualización de los conceptos matemáticos desde distintas perspectivas. Además, favorecen la retroalimentación y brindan al profesor más opciones de instrucción adaptadas a las necesidades individuales de los alumnos.

En particular, el tratamiento de conceptos geométricos ha sido un tema investigado por Ortega y Pecharrómán (2015), Gutiérrez Peña (2017), Vargas y Castro (2017), Rincón Santana *et al.* (2017), Riascos y Curbeira (2018), Carracedo Corona *et al.* (2021) y Flores Cuevas *et al.* (2021), quienes han abordado la temática desde el empleo de las tecnologías y, en particular, del asistente matemático de geometría dinámica GeoGebra (Cenas Chacón *et al.*, 2021), así como desde el establecimiento de acciones para desarrollar el pensamiento espacial, a partir de la capacidad de razonar para manipular objetos geométricos y establecer relaciones por medio de las representaciones mentales y materiales que brindan los objetos del entorno.

Sin embargo, los académicos continúan ávidos de nuevas formas de hacer, producto del acelerado desarrollo de las TIC y de la necesidad de que el profesional, en el proceso de formación, desarrolle el pensamiento geométrico y la capacidad de visualización que le permitan aprender y enseñar los contenidos de la geometría del espacio en entornos virtuales.

A partir de un estudio exploratorio realizado en la Licenciatura en Educación Matemática de la Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca” (UPR), pudo constatar que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en entornos virtuales no ha dado los frutos esperados, lo que se manifiesta en la baja interacción entre docentes y estudiantes desde los espacios de virtualidad y en las limitaciones en el uso de las TIC en función de los contenidos geométricos, lo que convierte a la plataforma de teleformación Moodle en una biblioteca virtual y a los sistemas de gestión de geometría dinámica en un medio que no se explota en función del contenido geométrico espacial.

Estas cuestiones llevan a los profesionales en formación a presentar dificultades para la interpretación de situaciones geométricas y la transferencia y reconocimiento de diferentes tipos de representaciones geométrico-espaciales en entornos virtuales, además de limitaciones para la expresión de sistemas geométricos conceptuales a partir de múltiples sistemas simbólicos, entre otras dificultades que condicionan la apropiación activa y creadora de los contenidos geométricos espaciales.

Estas limitaciones contrastan con las normativas del modelo de profesional de Educación Matemática que debe prepararse para explicar los contenidos geométricos, según las exigencias del modelo educativo cubano. Para cumplir con dicho modelo debe lograrse, mediante la disciplina Geometría, una base científica para los conceptos geométricos que se enseñan en la asignatura de Matemática en la educación media (Cisneros *et al.*, 2016).

Empero, las propuestas normativas son insuficientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en entornos virtuales. Esta investigación se centra en el tratamiento de conceptos geométricos como referentes en el proceso de formación, es decir que se enfatiza en las dinámicas que entorpecen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría teniendo como eje dos actores: los profesores y los estudiantes. En ese sentido, se define la pregunta de investigación: ¿cómo perfeccionar el tratamiento metodológico de los conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría espacial en entornos virtuales?

Con base en la situación descrita, el presente artículo tiene como objetivo principal proponer acciones metodológicas para el tratamiento de conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos geométricos espaciales en entornos virtuales. A continuación se describe la metodología empleada en la investigación cualitativa, explicando la utilidad de los métodos teóricos utilizados en el proceso investigativo. En el apartado de los resultados y discusiones se presentan las propuestas de acciones metodológicas para el tratamiento de conceptos como parte de los resultados obtenidos. También se lleva a cabo una discusión sobre la utilidad de los entornos virtuales en el proceso que se investiga. Por último, se presentan las conclusiones que resumen los hallazgos investigativos.

Metodología

Se optó por el método dialéctico-materialista para la obtención de las acciones metodológicas y para el tratamiento de las dificultades de enseñanza-aprendizaje de los conceptos geométricos en entornos virtuales de aprendizaje. Este método permite la comprensión y el estudio del objeto como un proceso, así como la identificación de los principales componentes problemáticos y sus contradicciones.

El diseño partió de una revisión documental sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos geométricos espaciales en entornos virtuales y, en particular, el tratamiento de los conceptos geométricos, así como las bases teórico-metodológicas generales para su desarrollo. Consecutivamente, se realizaron estudios destinados a conocer las limitaciones de los profesionales en formación, haciendo énfasis en la apropiación del contenido geométrico espacial, así como las limitaciones de los docentes en la dirección efectiva del proceso objeto de la investigación.

En ese sentido, se aplicaron métodos teóricos, como el histórico-lógico, para la sistematización de los referentes, bases y fundamentos teóricos relacionados con el tratamiento de conceptos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos geométricos espaciales en entornos virtuales; el método de análisis-síntesis para determinar las esencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos geométricos a partir de la descomposición en sus partes y cualidades para su posterior unificación, lo que posibilita el análisis teórico y el entendimiento de su estructura para su posterior modelación; el sistémico-estructural para la determinación de los componentes que articulan el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos geométricos espaciales en entornos virtuales, las interrelaciones dialécticas que en él se establecen y las etapas para las acciones metodológicas en el tratamiento de conceptos geométricos, y, finalmente, la modelación para realizar las abstracciones necesarias en la explicación del proceso en la carrera de Licenciatura en Educación Matemática.

Dichos métodos arrojan como resultado un listado de debilidades en docentes y estudiantes en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje de los conceptos de la geometría espacial. Sin embargo, el espíritu crítico de los métodos se consume en

la presentación de propuestas basadas en los entornos virtuales de aprendizaje para mejorar dichas debilidades.

En consecuencia, el siguiente apartado parte de la exposición de las debilidades encontradas en las prácticas entre estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, seguidas de la fundamentación teórica de las propuestas de mejoramiento a partir del uso de herramientas tecnológicas y de algunos referentes teóricos y pedagógicos. Se presenta la concreción de las propuestas en una serie de pasos numerados. Finalmente y de forma sintética, se expone cómo la aplicación de la propuesta ayudó a docentes y estudiantes a mejorar en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje de conceptos geométricos.

Resultados y discusión

Durante el proceso investigativo, el análisis de los instrumentos aplicados y la integración de los resultados obtenidos permitieron identificar, en la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de los docentes, las siguientes debilidades:

- Se usan medios tradicionales en las actividades docentes de geometría del espacio desde el escenario presencial.
- Es baja la interacción en los entornos virtuales de aprendizaje diseñados para el tratamiento del contenido geométrico espacial.
- Hay limitaciones para emplear el *software* de geometría dinámica en función del contenido geométrico para el tratamiento de los conceptos.

En la asimilación del contenido geométrico espacial por los estudiantes, se hallaron las siguientes debilidades:

- Hay limitaciones para estructurar sistémicamente la base conceptual y procedimental de los contenidos geométricos espaciales.
- Se les dificulta resolver y formular problemas geométricos en el espacio tridimensional.
- Su capacidad de visualización y orientación espacial es baja.
- Hay deficiencias en la representación espacial.
- En los recursos que usan para estudiar, los diferentes entornos virtuales de aprendizaje existentes no constituyen una opción.

Para suprimir total o parcialmente las limitaciones didáctico-metodológicas que tienen los docentes en esta temática y las carencias cognitivas de los estudiantes que se forman en la carrera de Educación Matemática de la UPR, se proponen acciones metodológicas para el tratamiento de los conceptos geométricos espaciales, con el objetivo de usar de forma adecuada los entornos virtuales de aprendizaje en el proceso de enseñanza.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en entornos virtuales de aprendizaje

Para la dirección del proceso de enseñanza-aprendizaje, en esta investigación se consideran como entornos virtuales, además de la plataforma de teleformación Moodle, las herramientas para la gestión del proceso que se vinculan directamente con los contenidos de la disciplina Geometría. Hay que destacar que, en tal contexto, cobran interés las herramientas que dinamizan y favorecen la visualización de objetos geométricos. En su conjunto, estas herramientas se denominan Software de Geometría Dinámica (SGD). Cabri, GeoGebra y Geómetra son los SGD más usados en las instituciones cubanas, los cuales se caracterizan por ser dinámicos, libres, interactivos y de fácil manejo e instalación en dispositivos móviles o computadoras. Los SGD, en cuanto al contenido geométrico, permiten la manipulación de grafos y realizar construcciones, cálculos y representación de objetos geométricos en los diferentes sistemas.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos geométricos espaciales que se trabajan en la asignatura Geometría II, con el empleo de herramientas tecnológicas desde la plataforma virtual Moodle, debe estructurarse en función de dar un tratamiento adecuado a las situaciones típicas que se presentan en la enseñanza tradicional de la matemática y que se vinculan directamente con la geometría del espacio. Según Ballester Pedroso *et al.* (1992), intervienen directamente el tratamiento de conceptos, los teoremas, las construcciones geométricas y la solución de ejercicios y problemas.

La utilización del Programa Heurístico General (PHG) es fundamental para la planificación y dirección efectiva de cada una de estas situaciones, facilitando un lugar especial a las herramientas tecnológicas en el proceso. Este programa sirve como una guía, tanto para el profesor como para el estudiante, que proporciona una base de orientación en el trabajo y permite abordar cada situación de manera adecuada. Siguiendo las etapas clave del PHG propuestas por Ballester Pedroso *et al.* (1992): orientación hacia el problema, trabajo en el problema, solución del problema y evaluación de la solución y la vía, se logra una mayor eficacia en el tratamiento de cada caso.

Las herramientas tecnológicas y los entornos virtuales de aprendizaje favorecen el tratamiento de los contenidos que se trabajan en la disciplina Geometría. El abordaje de las situaciones de enseñanza-aprendizaje de la geometría a partir de la implementación de cada fase del PHG se caracteriza por el dinamismo, la ubicación espacial y el desarrollo de la visualización a partir de la manipulación virtual de figuras y cuerpos.

A continuación se describe la estructuración metodológica de cada fase del PHG en función del tratamiento del contenido geométrico espacial, con empleo de herramientas que permiten gestionar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Geometría II.

Fase 1: Orientación hacia el problema

La orientación hacia el problema es la fase que, dentro de la dirección del proceso de aprendizaje, se dedica a la comprensión del problema, momento para el aseguramiento de condiciones previas específicas, como motivar el estudio o sistematización del contenido (procedimientos, conceptos, teoremas y resolución de problemas), condicionando la orientación hacia el objetivo. Desde el entorno virtual, las herramientas de creación y difusión de contenido favorecen el acercamiento a los contenidos geométricos espaciales, la elaboración de recursos informáticos (presentaciones, ensayos, materiales audiovisuales, infografías, entre otros) y la disponibilidad de contenido existente con previa utilización de herramientas de búsqueda, filtrado y selección de contenido.

En esta etapa del proceso, es fundamental asegurar las condiciones adecuadas para la comprensión y asimilación de los conceptos de geometría del espacio. Para lograr esto, se emplearán los SGD, los cuales serán utilizados para la creación y exploración avanzada de objetos geométricos en el espacio.

Por medio de los SGD, será posible trasladar, ampliar, reducir y girar los objetos geométricos respecto a su centro o a puntos específicos. Así, se realizarán representaciones de situaciones de enseñanza que permitirán identificar las contradicciones inherentes al nuevo contenido que se pretende desarrollar.

Fase 2: Trabajo en el problema

En esta fase, las herramientas tecnológicas para la gestión del contenido geométrico espacial alcanzan su mayor expresión, logrando la búsqueda de la idea de solución de las situaciones planteadas y la reflexión sobre los medios utilizados.

Esta etapa está dirigida a la puesta en práctica de actividades previamente planificadas (independientes, colaborativas, sincrónicas y asincrónicas) en la plataforma Moodle, dando la posibilidad de interactuar en el entorno virtual, de modo que los contenidos geométricos espaciales de la asignatura Geometría II sean tratados a partir de conceptos, teoremas, resolución de problemas y construcciones geométricas.

Con los SGD se busca optimizar el uso de recursos materiales y de tiempo, en comparación con los métodos tradicionales que involucran papel y lápiz. Estos sistemas destacan por su capacidad para manipular los objetos utilizando el color, permitir la movilidad de la figura y realizar cálculos electrónicos en la pantalla del ordenador. Estas características enriquecen significativamente la capacidad de los estudiantes para buscar información de manera cognitiva.

Tratamiento de conceptos geométricos en entornos virtuales de aprendizaje

En el ámbito de la enseñanza de la matemática, la adquisición de un concepto puede llevarse a cabo en diferentes tiempos; algunos requieren un período largo, mientras que otros pueden ser asimilados rápidamente o incluso ser introducidos para reforzar un concepto más avanzado. Esta totalidad del proceso de desarrollo de conceptos se divide en tres etapas: la fase de consideraciones y ejercicios preliminares, la de formación del concepto y la de asimilación o consolidación del mismo (Ballester Pedroso *et al.*, 1992).

En la fase de orientación hacia el problema y el tratamiento de los conceptos geométrico-espaciales, se debe realizar un abordaje de los conocimientos que constituyen contenidos previos específicos relacionados con el concepto geométrico espacial (aseguramiento del nivel de partida), lograr motivar el trabajo (introducir, asimilar) con el concepto, para su definición, y precisar el objetivo a lograr, fijado en el contenido geométrico espacial (objeto, relación, operación). Durante el trabajo del problema, se alcanza el objetivo si se arriba a la construcción del concepto geométrico espacial o a la asimilación del mismo atendiendo al objetivo trazado y a estrategias seleccionadas para su cumplimiento.

El eje de la tercera fase del PHG para el tratamiento efectivo de los conceptos está en lograr establecer las características asociadas con los objetos geométricos, ya sean comunes o no comunes, y, posteriormente, discernir las características que realmente son necesarias y suficientes para la formulación de una definición o explicación del concepto, y así se da la puesta en práctica de las acciones de identificación, realización y aplicación del concepto de geometría espacial tratado. La fase de evaluación de la solución y la vía está dirigida a la realización de consideraciones retrospectivas y perspectivas, al análisis de los objetos que constituyen casos límites y especiales del concepto, a la determinación, dentro del contenido geométrico espacial, de la conveniencia de la definición y al lugar que ocupa dentro del sistema de conceptos asociados al contenido.

Acciones metodológicas para la formación de conceptos en entornos virtuales

1. Crear, construir y manipular cuerpos a través del uso del SGD basados en su definición genética.
2. Construir figuras y cuerpos que permiten revelar tanto el contenido como la extensión del concepto, con empleo del SGD.
3. Construir, utilizando el SGD, formas o estructuras que ejemplifiquen o no el concepto.
4. Establecer un conjunto de características, tanto necesarias como suficientes, en los representantes geométricos creados.

Acciones metodológicas para la fijación de un concepto en entornos virtuales

1. Analizar el conjunto de características comunes y no comunes del concepto geométrico.
2. Comprobar, mediante la construcción con el SGD, si figuras o cuerpos geométricos representan o no un concepto.
3. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos que forman parte de la extensión del concepto geométrico.
4. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos que tengan características esenciales en común.
5. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos cuyas extensiones sean disjuntas y no disjuntas.
6. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos que pertenezcan a la extensión de conceptos geométricos supra, subordinados y colaterales al dado.
7. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos que limiten el concepto geométrico.
8. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos que generalicen el concepto geométrico.
9. Construir y manipular, en el entorno virtual, figuras y cuerpos contraejemplos del concepto geométrico.
10. Analizar las consecuencias del concepto y su definición.

La propuesta se implementa en el primer año de la carrera de Matemática, en la asignatura Geometría II de la disciplina Geometría, donde se han evidenciado los avances en el rendimiento académico de los profesionales en formación. Dicho avance se refleja en resultados sistemáticos y parciales que difieren de etapas anteriores, en las que el número de aprobados no superaba el 50% de la matrícula. Estos avances se demuestran en la práctica a partir de los siguientes aspectos logrados en los estudiantes de Educación Matemática:

- Dominar la base de conceptos y procedimientos asociados a la geometría del espacio, logrando una adecuada estructuración sistémica de los contenidos.
- Resolver y formular ejercicios y problemas geométricos espaciales a partir del desarrollo visual y la ubicación espacial logrados.
- Lograr la apropiación de modos favorables de actuación para dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática en entornos virtuales.
- Investigar temas asociados al uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática.

Las acciones metodológicas propuestas están orientadas a perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría del espacio desde el tratamiento

de conceptos geométricos en entornos virtuales en la carrera Educación Matemática de la UPR, potenciando el enfoque dinámico para tratar contenidos geométricos bajo el empleo de las nuevas tecnologías, desde la puesta en práctica de las fases del PHG en la virtualidad.

Por lo anterior, es tiempo de modificar los procesos de enseñanza tradicionales y transformar los escenarios de aprendizaje en espacios verdaderamente innovadores que lleven al descubrimiento. Las TIC ofrecen nuevas posibilidades de enseñar y aprender geometría. Al respecto, se comparten los criterios sobre la importancia del uso de las TIC, tanto para el alumno como para el docente, de Jiménez y Jiménez (2017), quienes aseguran que, con su uso, “ambos [desarrollan] competencias, por un lado, el alumno desarrolla su pensamiento matemático, mientras el docente, desarrolla las habilidades y destrezas para manejar las tecnologías e innovar en el proceso enseñanza-aprendizaje” (p. 8).

De este modo, la propuesta facilita el fomento de las habilidades digitales, necesarias para los docentes. Estas habilidades incluyen tener una postura favorable hacia la incorporación de las TIC, comprender cómo utilizarlas en el contexto educativo y en su disciplina específica, emplearlas con habilidad en sus actividades, desarrollar la costumbre de integrarlas en la planificación del currículo y evaluar, de forma continua, su utilización.

Diversas son las investigaciones en el área de la geometría y, en particular, de la geometría espacial, pero la puesta en el centro del proceso de las herramientas tecnológicas, de modo que dinamicen el resto de los componentes y se conviertan en eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje, es algo que ha sido estudiado por pocos. Se destacan, en la formación de profesores, los estudios de Coro Rodríguez (2019).

Sin embargo, la propuesta de la presente investigación lleva a aprovechar las potencialidades que tienen las tecnologías para el desarrollo de la visualización y la ubicación de la geometría espacial en el profesional en formación. El eje está en el tratamiento de los conceptos, de forma que se desarrolle un proceso de enseñanza-aprendizaje integral que posibilite la fundamentación adecuada del profesional: aprender y enseñar geometría del espacio con empleo de entornos virtuales. Las acciones propuestas contribuyen a la racionalización del tiempo real en el proceso y favorecen la actividad independiente del estudiante, la motivación para el estudio de los contenidos abstractos de la ciencia matemática y la autoevaluación del aprendizaje.

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio indican que el uso de entornos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de Geometría II, en función del tratamiento de los conceptos, brinda a los alumnos oportunidades para construir aprendizajes significativos, fomentar el trabajo en equipo, utilizar tecnologías educativas y aprender de manera continua, más allá del horario de clases.

Las acciones metodológicas propuestas para facilitar la asimilación y fijación de conceptos geométricos permitieron rediseñar el entorno virtual de aprendizaje para la asignatura Geometría II. Este enfoque brinda una oportunidad para introducir innovaciones en la enseñanza de las matemáticas, considerando de manera precisa los contenidos, recursos, actividades, ejercicios y estrategias de enseñanza-aprendizaje y de evaluación. Estas elecciones deben adaptarse a las particularidades del contenido geométrico espacial, del contexto y de los profesionales en formación.

Referencias

- Alfonso, V. C. y Repetto, A. (6-8 de noviembre de 2019). *Enseñar y aprender geometría dinámica con TIC: ¿una novedad en la formación docente?* I Congreso Internacional de Ciencias Humanas - Humanidades entre pasado y futuro. Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, General San Martín, Argentina.
- Ballester Pedroso, S., Santana de Armas, H., Hernández Montes de Oca, S. C., Arango González, C., García García, M., Álvarez Gómez, A., Rodríguez, M., Batista, L. C., Villegas Jiménez, E., Almeida Carazo, B. y Torres Fernández, P. (1992). *Metodología de la enseñanza de la matemática*. Pueblo y Educación.
- Betancur Zuluaga, P. H. (2012). Tic en educación ¿problema-solución o posibilidad? *Revista Senderos Pedagógicos*, 3(1), 39-49. <https://doi.org/10.53995/rsp.v3i3.24>
- Cala Peguero, T. Y. (2021). Tecnologías en Educación Superior: necesidad e impronta ante el COVID-19. *Mendive. Revista de Educación*, 19(1).
- Carracedo Corona, Y., Rodríguez Sosa, J. B. y Díaz Fernández, C. G. (2021). El empleo de las TIC en la elaboración de conceptos matemáticos y sus definiciones. *Órbita Científica*, 27(115).
- Cenas Chacón, F. Y., Blaz Fernández, F. E., Gamboa Ferrer, L. R. y Castro Mendocilla, W. E. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382-390. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Cisneros, D., González, J. F., Quero, O. N. y Carbonell, C. (2016). *Programa de la disciplina Geometría*. Plan de Estudio “E”. Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Coro Rodríguez, F. (2019). *Estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento geométrico-espacial en la formación del profesor de Matemática* [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona.
- Fernández Rodríguez, H., Gamboa Graus, M. E. y Rodríguez Ortiz, M. (2017). Medios dinámicos para tratamiento didáctico de contenidos geométricos de fundamentos de la matemática escolar. *Didáctica y Educación*, 8(5), 305-329.
- Flores Cuevas, F., Vásquez Martínez, C. R. y González González, F. A. (2021). El uso de las TIC en la enseñanza de conceptos geométricos en la educación básica. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), e267. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1024>

- Gutiérrez Peña, L. M. (2017). *Modelo didáctico para la enseñanza - aprendizaje de conceptos de geometría utilizando la herramienta GeoGebra* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59062>
- Jiménez García, J. G. y Jiménez Izquierdo, S. (2017). GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad*, 4(7).
- Manrique Betancourt, J. C. y López Pavón, L. A. (2022). Potencialidades lúdicas de las TIC para el aprendizaje de la geometría. *Varona*, (75).
- Moral-Sánchez, S. N., Sánchez-Compañía, M. T. y Sánchez-Cruzado, C. (2022). El modelo *Flipped Learning* enriquecido con plataformas educativas gamificadas para el aprendizaje de la geometría. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (65), 149-182. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93538>
- Morales Chicana, L., Zuta Velayarse, L. M., Solis Trujillo, B. P., Fernández Otoya, F. A. y García González, M. (2023). El uso del Software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática. *Referencia Pedagógica*, 11(1), 2-13.
- Ortega González, D., Ortega Cabrera, F. y Acosta Álvarez, C. L. (2023). *Taxonomía de tendencias para aprender y enseñar en entornos virtuales*. Pueblo y Educación.
- Ortega del Rincón, T. y Pecharromán Gómez, C. (2015). Aprendizaje de conceptos geométricos a través de visualizaciones. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (7), 95-117. <https://doi.org/10.35763/aiem.vii7.84>
- Ramos Difurniao, C. y Cabrera Columbié, M. (2021). Empleo de medios tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geometría Espacial. *Joven Educador*, (38), 48-60.
- Riascos González, Y. y Curbeira Hernández, D. (2018). Acciones y operaciones para la formación de conceptos de la geometría plana. *Revista Conrado*, 14(65), 360-366.
- Rincón Santana, E., Montes de Oca Recio, N. y Mola Reyes, C. (2017). Estrategia para la comprensión de los objetos geométricos, en la carrera de Educación, mención Matemática. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(4), 179-198.
- Sánchez, I. C. y Prieto G., J. L. (2019). Procesos de objetivación alrededor de las ideas geométricas en la elaboración de simuladores con Geogebra. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 14(1), 55-83. <https://doi.org/10.30827/pna.v14i1.8657>
- Suárez Sotomonte, P., Salamanca Bernal, A. C. y González, A. J. (2018). Estrategias mediadas por TIC para desarrollar el pensamiento espacial y los sistemas geométricos. *Voces y Realidades Educativas*, (1), 99-114.
- Vargas Hall, P. R. y Castro Hermidas, N. V. (2017). El software de geometría dinámica: Geogebra, una alternativa para favorecer el aprendizaje de la geometría en la formación del licenciado en Matemática. *Tecnología Educativa*, 2(1), 89-95.