



Propuesta didáctica para el abordaje de la teoría de nudos: Su papel en las navegaciones atlánticas desde un enfoque interdisciplinar

María Alejandra **Pérez** Torres
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

maperezt@udistrital.edu.co

Juan Esteban **Gordillo** Niño
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia

jegordillon@udistrital.edu.co

Resumen

Este taller interdisciplinario busca integrar la teoría de nudos y el pensamiento histórico en la educación secundaria, específicamente en el grado séptimo, siguiendo los lineamientos del currículo colombiano. La investigación se basa en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), utilizando fuentes primarias como relatos de navegación de la época colonial y materiales tangibles como sogas. El objetivo es que los estudiantes, trabajando en grupos, resuelvan problemas que conecten los nudos marineros con la historia de la navegación durante la conquista y la colonia. Los principales hallazgos esperados incluyen el desarrollo de habilidades de pensamiento espacial y geométrico a través de la teoría de nudos, y la comprensión de la historia como un proceso dinámico y contextualizado, fomentando un aprendizaje significativo e interdisciplinario.

Palabras clave: Educación Matemática, Educación Secundaria, Enseñanza Presencial, implementación curricular, Teoría de nudos

Introducción

La teoría de nudos es una rama de la topología que estudia las propiedades Matemáticas de los nudos, es decir, de curvas cerradas en el espacio tridimensional. (Adams, C. C., 2004). Tradicionalmente, este tema ha sido abordado en niveles avanzados de la Educación Matemática,

específicamente en cursos universitarios de topología y geometría diferencial. Sin embargo, en los últimos años, ha surgido un creciente interés por su inclusión en la educación secundaria y media, dado su potencial para fomentar el pensamiento geométrico, la modelización matemática y la resolución de problemas en contextos interdisciplinarios.

Uno de los principales retos para la enseñanza de la teoría de nudos en el colegio radica en la falta de materiales didácticos adecuados para su introducción a niveles básicos. La mayoría de los textos y recursos disponibles están diseñados para estudiantes universitarios, lo que dificulta su adaptación a contextos escolares. En este sentido, se hace importante el desarrollo de estrategias pedagógicas que permitan una enseñanza accesible y significativa de los conceptos fundamentales de la teoría de nudos, como la clasificación de nudos, los invariantes topológicos y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Otro aspecto clave es la articulación de la teoría de nudos con otras áreas del conocimiento. En la educación escolar, el aprendizaje interdisciplinario juega un papel fundamental en la construcción de saberes significativos. La teoría de nudos no solo es un campo de estudio matemático abstracto, sino que también tiene aplicaciones en diversas áreas, como la biología molecular, la física y la química. (Kauffman, L. H., 2012); y la historia, en el análisis de las técnicas de navegación y el uso de nudos en la exploración marítima, siendo esta última la opción que se toma para este trabajo.

Dicho esto, la enseñanza de la teoría de nudos en la escuela representa un desafío, pero también una oportunidad para enriquecer la Educación Matemática con enfoques innovadores y aplicaciones prácticas. Su integración en el currículo escolar puede contribuir al desarrollo del pensamiento abstracto y a la resolución de problemas en diversos contextos, fortaleciendo así el aprendizaje de los estudiantes.

La historia y las Matemáticas entrelazadas para generar experiencias de aprendizaje significativas

La enseñanza de las Matemáticas ha sido tradicionalmente presentada como un conjunto de reglas y procedimientos descontextualizados, lo que puede dificultar la comprensión y la motivación de los estudiantes. Sin embargo, la incorporación de la historia de las Matemáticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje es una estrategia eficaz para mejorar la comprensión conceptual y fomentar el interés por la disciplina.

Por ejemplo, el estudio de los sistemas numéricos en las antiguas civilizaciones permite a los estudiantes explorar la diversidad de métodos de conteo y notación utilizados por diferentes culturas. Del mismo modo, la historia de la geometría puede ilustrarse a través de los aportes de Euclides, Arquímedes y otros matemáticos que contribuyeron al desarrollo de esta área del conocimiento.

Otro aspecto relevante es la conexión entre la historia de las Matemáticas y el desarrollo del pensamiento crítico. Al analizar los problemas y desafíos que enfrentaron los matemáticos en distintas épocas, los estudiantes pueden desarrollar habilidades de razonamiento y argumentación, al tiempo que comprenden la importancia del error y la perseverancia en la

construcción del conocimiento matemático. Teniendo estas dos ramas se puede hablar de relatos históricos y biografías de matemáticos para contextualizar los conceptos matemáticos y humanizar la disciplina. También pueden implementarse actividades basadas en la resolución de problemas históricos, en las que los estudiantes repliquen los métodos utilizados por matemáticos del pasado para resolver desafíos matemáticos.

El Pensamiento Histórico en el aula como motor para enriquecer estas visiones antes mencionadas

Como complemento de esta visión de la enseñanza de las Matemáticas, en donde la Historia toma lugar como derrotero e integrador dentro del contexto de enseñanza del objeto matemático es que podemos integrar el concepto de “Pensamiento histórico” para enriquecer este enfoque y trabajar de manera articulada con las Ciencias Sociales escolares.

De esta manera, debemos comprender que la generación del lazo entre las Matemáticas y las ciencias sociales desde la presentación de la historia de la matemática no debe ser entendida como una disciplina agregada a la temática, sino que debe funcionar como una dinamizadora de las discusiones de cada unidad didáctica donde sea planteada. Lo anterior permite, en el caso del proceso de enseñanza-aprendizaje, desarrollar aprendizajes que van más allá de conocimientos declarativos de primer orden (el qué, dónde, cuándo o quién, ha llevado a cabo las distintas acciones bajo un relato secuencial), puesto que su enfoque está dirigido a privilegiar procedimientos y aprendizajes de segundo orden, con el objetivo de dotar al alumnado de una serie de instrumentos de análisis, que le permita abordar el estudio de la historia como un conocimiento problematizado del pasado a partir de su nexos con el presente y futuro.

Para nuestra propuesta, esto permite pasar de la enunciación trivial de los hechos, personajes, fechas y lugares que hicieron uso del objeto matemático para realizar un trabajo donde se relacione su contexto de creación, su uso y causalidad en el tiempo específico, su importancia en el pasado, su repercusión en el futuro y sus usos en nuestro tiempo.

Estado de la cuestión

Las propuestas interdisciplinarias para procesos de enseñanza - aprendizaje han venido tomando fuerza desde los últimos años con la proliferación de los desarrollos de las teorías de la complejidad, las integraciones curriculares y las propuestas que enlazan Ciencia, Sociedad y Cultura. Dentro de estas tendencias, las Matemáticas y las ciencias sociales han empezado a pensar cómo se pueden relacionar los planteamientos didácticos de cada disciplina y como la escuela puede propiciar nuevas maneras de entender las temáticas. Propuestas como la elaborada por Hurtado (2009) en la que expone la manera de integrar las Matemáticas y el análisis de datos con fenómenos sociales como la migración nos dan una muestra de cómo se puede pensar interdisciplinariamente.

En el caso específico desde el cual se construye este taller, en relación con la Matemática y la Historia, las propuestas para la enseñanza de la matemática con un eje en la Historia de las Matemáticas han venido emergiendo desde varias décadas atrás como recurso metodológico (Chaves, E y Salazar, 2003) como Recurso didáctico (Urbaneja 2004) y como propuesta

didáctica de integración (Molina 2014). La literatura de este tópico da muestra de la importancia y ventajas que tiene este enfoque en las nuevas formas de enseñar y aprender las Matemáticas, Gómez (2011) así lo expone:

Para observar su proceso de aprendizaje no hay más remedio que regresar a la historia para estudiar la evolución de las ideas Matemáticas, analizando los textos históricos, como cogniciones epistemológicas, de la misma manera que analizamos las cogniciones de los estudiantes (p, 10).

Se entiende así que es un elemento necesario al momento de pensar en el trabajo del docente conocer el contexto de producción del conocimiento y de las ideas con el fin de saber e integrar los usos funciones, cambios y continuidades hasta el día de hoy. Ahora bien, integrar dos disciplinas en esta tarea es un reto importante pero que permite acercarnos a las visiones antes mencionadas y que se hacen necesarias para avanzar en las discusiones didácticas.

Por tanto, la propuesta de este taller tiene como objetivo la presentación de una unidad didáctica donde la teoría de nudos y el pensamiento histórico permite trabajar las temáticas presentadas por los DBA en el grado 7mo de Bachillerato según la legislación colombiana. En donde ambas temáticas trabajen de manera interdisciplinar y articulada en línea con la resolución de problemas en grupo.

Referencial teórico

Teoría de nudos

La enseñanza de las Matemáticas en Colombia sigue los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2016), los cuales enfatizan el desarrollo del pensamiento matemático a través de diversas competencias. En particular, en el grado séptimo, donde el currículo integra nociones de geometría, transformación y relaciones espaciales, la teoría de nudos ofrece un enfoque significativo para la enseñanza de estos temas, pues nos ofrece una oportunidad para desarrollar el pensamiento espacial y la intuición geométrica de los estudiantes. (National Council of Teachers of Mathematics, 2000). Aunque la teoría de nudos es un objeto de estudio matemático avanzado con un alto grado de abstracción (Adams, 2004), su aplicación en el aula es viable desde los primeros años escolares, ya que permite desarrollar nociones topológicas básicas como continuidad, conexión y transformación sin medidas rígidas (Cabrera Feroso et al., s.f.).

Actividades prácticas como atar y desatar nudos facilitan la comprensión de relaciones espaciales, la equivalencia topológica y la clasificación de formas, fortaleciendo la intuición geométrica y el pensamiento espacial en los estudiantes (MEN, 2016). En séptimo grado, la teoría de nudos se integra con la geometría euclidiana, facilitando la exploración de isometrías, simetrías y transformaciones en el espacio (Stillwell, 1993). Además, introduce elementos de la teoría de grafos y fomenta el pensamiento variacional y la resolución de problemas mediante el análisis de patrones en secuencias de nudos (Devlin, 2000). Su incorporación en el currículo no solo enriquece la enseñanza matemática, sino que también permite conexiones interdisciplinarias que potencian un aprendizaje más significativo y estructurado.

Los nudos en la Historia de la navegación, conocimientos de primer y segundo orden

Dentro de la propuesta interdisciplinar del taller, los conocimientos de orden histórico seleccionados estarán enmarcados en los medios y vías de comunicación presentes durante la conquista y la colonia de América. Como es sabido, los DBA¹ para el grado Séptimo en el Bachillerato nos permite trabajar directamente con el periodo de tiempo en el que la Conquista y la Colonia de América tiene lugar, mencionando que “Evalúa las causas y consecuencias de los procesos de Conquista y colonización europea dados en América (MEN, 2015, p36)”

Como se mencionaba anteriormente, las nuevas propuestas para la enseñanza de la historia, en nuestro caso para la propuesta interdisciplinar entre Matemáticas e historia, debe tener clara la importancia de los conocimientos de primer orden y los conocimientos de segundo orden. Los primeros entendidos como “contenidos (...), que intentan responder a las preguntas ¿qué? quién? ¿cuándo? y ¿dónde? Estamos hablando de contenidos que hacen referencia tanto a conocimientos de conceptos o principios, como a fechas y acontecimientos históricos concretos (Carrasco, Molina, Puche, 2014, p 9) y los segundos definidos “por la posesión o despliegue de diferentes estrategias, capacidades o competencias para responder a cuestiones históricas y entender de una forma más compleja el pasado (Carrasco, Molina, Puche, 2014, p 9)

La temática específica dentro de este periodo de tiempo, y tomándose como conocimientos de primer orden, será el desarrollo de los medios de transporte navales usados por el imperio Español durante la expansión y conquista de las Américas. La intención con esta selección para el taller es lograr conocer las dinámicas propias del transporte en la época junto al conocimiento específico producido por los marineros, capitanes y tripulantes de la época, tomando estos elementos como conocimientos de segundo orden.

El enfoque interdisciplinar junto al ABP (Aprendizaje Basado en Problemas)

Como propuesta pedagógica y didáctica, el taller planteado tiene como enfoque pedagógico y metodológico el Aprendizaje Basado en Problemas definido y fundamentado como

un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (...) está orientado a la solución de problemas que son seleccionados o diseñados para lograr el aprendizaje de ciertos objetivos de conocimiento (Guamán, Espinoza, 2022, p 127).

Una propuesta que trabaja el ABP como derrotero metodológico permite que para la resolución de las problemáticas que plantea el docente encuentre en el diálogo entre distintas disciplinas las posibilidades para encontrar y presentar las respuestas que requiere cada situación, en tanto como metodología activa, requiere que cada estudiante ponga en discusión sus conocimientos y habilidades. apoyado en el “contenido de varias disciplinas académicas. En la solución del problema el alumno debe tener conocimientos y relacionar diferentes materias (Guamán, Espinoza, 2022, p127).

¹ Los Derechos Básicos de Aprendizaje son producidos por el Ministerio de Educación de Colombia como las herramientas para conocer cuales deben ser los aprendizajes mínimos que deben ser dados para los estudiantes según el grado en el que se encuentren. (MEN,2015).

Por tanto, anclar la propuesta de un taller que trabaja temáticas, habilidades y conocimientos de materias como la Historia y las Matemáticas en el ABP resulta conveniente desde las posibilidades de la interdisciplinariedad para integrar los conocimientos en una propuesta conjunta.

Estrategias para desarrollar el taller

Para el desarrollo del taller y en línea con lo mencionado anteriormente con el ABP y teniendo en cuenta que se encuentra indirectamente la Resolución de problemas (Charnay & Parra, 1994), el taller será trabajado por medio del trabajo en grupo donde el desarrollo pedagógico de estos estará guiado por distintos problemas que relacionen la teoría de nudos y la navegación durante la conquista y la colonia. Se plantea la resolución de problemas como enfoque pedagógico en tanto guía la participación, la comunicación e intercambio entre pares y la construcción de propuestas desde los mismos estudiantes; la organización en grupos cataliza estos.

Cada grupo de trabajo tendrá a su poder los siguientes elementos: 3 Sogas de 20 x 30, una copia de un fragmento o relato de alguna embarcación participe en la colonia, extraída de los archivos digitales del Archivo General de Indias y similares, tres hojas en blanco, y guía de pistas.

Desde la teoría de nudos, cada nudo puede ser entendido como una estructura con propiedades topológicas que permiten distinguirlo de otros, y su colorimetría facilita la identificación de patrones y diferencias, promoviendo la observación y la clasificación. Al llevarlo al aula, los estudiantes no solo manipulan cuerdas, sino que también analizan secuencias, simetrías y transformaciones, habilidades clave para el razonamiento matemático. Además, contextualizar los nudos en la navegación durante la colonia les permite comprender su importancia en la vida real trabajando el concepto de Galera, tripulación, Indias, Encomiendas, Cartografías, Contrabando, conceptos que deben quedar claros para el buen desarrollo del taller, conectando la matemática con la historia y fortaleciendo su aprendizaje a través de la resolución de problemas.

Teniendo en cuenta lo anterior, la propuesta del taller para la puesta en práctica se estructura de la siguiente manera:

Tabla 1
Planificación de taller

Actividad	Desarrollo	Tiempo	Recursos
Presentación de los docentes orientadores	Los docentes orientadores realizan su presentación personal y dan las indicaciones generales del taller	5 minutos	Proyector

Introducción a los nudos marineros	Se hace la introducción a la teoría de nudos desde la exploración y acercamiento a nudos marineros previamente elaborados. Imagen 1	15 minutos	Proyector, infografías de apoyo, cuaderno para tomar notas
¿Qué es un nudo?	Reconocimiento del material (sogas) para que el asistente haga reconocimiento del recurso, así mismo que también se construya la idea de que es un nudo y cuáles son las características	15 minutos	Sogas, lectura y cuaderno para tomar apuntes
Lee, piensa y construye	Los asistentes leen una narrativa de los marineros y las colonias que al ir construyendo van encontrando los pasos para realizar el nudo.	40 minutos	Sogas, lectura y cuaderno para tomar apuntes
Deconstruye	Los asistentes pasan de realizar el nudo a deshacerlo, entendiendo que en él hay una colorimetría que nos muestra si uno es diferente a otro nudo	40 minutos	Sogas, lectura y cuaderno para tomar apuntes
Palabras finales y cierre	Se deja abierto a comentarios y preguntas	20 minutos	
Cierre del taller	Los docentes orientadores recogen las apreciaciones finales y dan cierre al taller	10 minutos	

Fuente: Propia

Asimismo, a continuación, se puede observar (Figura 1) la infografía que permite entender uno de los recursos base de la propuesta del taller:



Figura. Nudos Marineros y sus usos (MINEDUC, 2014, Nudos Marineros, recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articulos-28878_recurso_jpg.pdf).

La anterior figura permite observar una infografía general con algunos de los nudos marineros que predominan en la navegación y que tienen un trasfondo histórico, son algunos de estos los que serán escogidos en el taller para poder aplicar la propuesta

Referencias

- Adams, C. (2004). *The Knot Book: An Elementary Introduction to the Mathematical Theory of Knots*. AMS.
- Cabrera Feroso, Norma Leticia, González Vera, Rubén, Mendoza Mendoza, Herminia, & Arzate Robledo, Roberto. (s.f.). La Topología y la Geometría en la enseñanza educativa básica. *Revista Alternativas en Psicología*.
- Carrasco, C. J. G., Molina, J. O., & Puche, S. M. (2014). Aprender a pensar históricamente. Retos para la historia en el siglo XXI [1]. *Revista Tempo e Argumento*, 6(11), 5-27.
- Charnay, R., Saiz, I. & Parra, C. (1994). *Didáctica de matemáticas: Aportes y reflexiones* (5.a ed.). Editorial Paidós Educador.
- Chaves, E y Salazar, J. (2003). “La Historia de la Matemática como recurso metodológico en los procesos de enseñanza aprendizaje: una experiencia en secundaria”. *Uniciencia*, 2(2): 259-266.
- Devlin, K. (2000). *The Math Gene*. Basic Books.
- Gómez, B. (2011). Marco preliminar para contextualizar la investigación en historia y educación matemática. *Epsilon*, 28(1), 9-22.
- Guamán Gómez, V. J., & Espinoza Freire, E. E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124-131.
- Hurtado, L. (2019). *Contribuciones de las matemáticas a las ciencias sociales: caso de aplicación análisis de datos espaciales a la inmigración y segregación espacial*. Universidad del Valle.
- Kauffman, L. H. (2012). *Knots and physics*. World Scientific.
- MINEDUC, 2014, *Nudos Marineros*, recuperado de https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-28878_recurso_jpg.pdf
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2015.). *Derechos Básicos de Aprendizaje. Ciencias Sociales. Grado 7°*. Recuperado de: (https://www.colombiaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Sociales-V2.pdf).
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanía*. Bogotá: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2016). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanía*. Bogotá: MEN.
- Molina González, A. M. (2014). *Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de los números naturales utilizando la historia de las matemáticas y de las principales civilizaciones en la historia de los números como recurso metodológico en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el grado 5° del Instituto Jorge Robledo*. Facultad de Ciencias.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Stillwell, J. (1993). *Geometry of Surfaces*. Springer.
- Urbaneja, P. M. G. (2004). La historia de las matemáticas como recurso didáctico e instrumento para enriquecer culturalmente su enseñanza. *Suma*, 45, 17-28.