

Experiencia de Aula: Enseñanza de las Matemáticas a través de la Náutica

Elena Segade

IES Alfredo Brañas, elena.segade@edu.xunta.gal

José Balsa

CIFP Universidad Laboral, jfbalsa@edu.xunta.gal

Resumen: Este artículo describe una experiencia de aula que combina matemáticas y náutica en tercer curso de la ESO (Educación Secundaria Obligatoria), alumnos de 14 años. A través de once actividades, los estudiantes aplicaron conceptos matemáticos en contextos marítimos, como la conversión de unidades náuticas, el cálculo de velocidades en nudos y la interpretación de datos meteorológicos. La experiencia aumentó significativamente la motivación y participación, vinculando conceptos matemáticos con aplicaciones prácticas en la navegación. Además, mejoró su capacidad para resolver problemas en equipo, fomentando la colaboración. Aunque surgieron desafíos, este enfoque interdisciplinario demostró ser efectivo para enriquecer el aprendizaje y preparar a los estudiantes para futuros retos académicos.

Palabras clave: Educación secundaria, matemáticas, náutica, situación de aprendizaje.

Classroom Experience: Teaching Mathematics through Nautical Studies

Abstract: This article describes a classroom experience that combines mathematics and nautical studies for third-year ESO (High School), fourteen-year-old students. Through eleven activities, students applied mathematical concepts in maritime contexts, such as converting nautical units, calculating speeds in knots, and interpreting meteorological data. The experience significantly increased motivation and participation by linking mathematical concepts with practical applications in navigation. Additionally, it improved their problem-solving abilities in team settings, fostering collaboration. Although challenges emerged, this interdisciplinary approach proved effective in enriching learning and better preparing students for future academic challenges.

Keywords: Learning situation, mathematics, nautical, secondary education.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las Matemáticas en el aula enfrenta el desafío constante de conectar conceptos abstractos con aplicaciones prácticas que motiven y comprometan a los estudiantes. En este contexto, la interdisciplinariedad se presenta como una estrategia efectiva para hacer más accesibles y relevantes los contenidos matemáticos. La náutica, con su rica historia y su uso extensivo de conceptos matemáticos, ofrece una oportunidad única para integrar estas dos disciplinas de manera significativa.

Este artículo presenta una experiencia de aula que combina Matemáticas y náutica, desarrollada en un entorno educativo del tercer curso de educación secundaria. El proyecto se centra en la aplicación de conceptos matemáticos esenciales a situaciones prácticas de

navegación, proporcionando a los estudiantes una comprensión contextualizada de temas como la conversión de unidades, la interpretación de datos meteorológicos, la velocidad en nudos, y el cálculo de profundidades y distancias.

La propuesta se alinea con las nuevas orientaciones educativas que promueven el aprendizaje STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y enfatizan la importancia de la educación práctica e interdisciplinaria. Además, busca fomentar habilidades críticas y analíticas en los estudiantes, al tiempo que les brinda una apreciación del valor y la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y en campos profesionales específicos.

A lo largo de este artículo, se describen las actividades diseñadas e implementadas, los recursos utilizados y las metodologías adoptadas para trabajar el currículo de matemáticas de tercero de la ESO y su aplicación a la náutica de forma interdisciplinaria. También se presentan los resultados y reflexiones derivadas de esta experiencia, con el objetivo de ofrecer un modelo replicable para otros educadores interesados en explorar enfoques innovadores en la enseñanza de las Matemáticas.

En la serie de actividades propuestas se persiguen los siguientes objetivos:

- Facilitar la comprensión y el uso de conceptos matemáticos a través de situaciones náuticas sencillas.
- Potenciar el enfoque interdisciplinario en la comprensión y motivación hacia el aprendizaje de las matemáticas.
- Identificar los beneficios y limitaciones encontradas durante la implementación de actividades relacionadas con las matemáticas y la náutica en un aula de educación secundaria.
- Proveer un modelo educativo replicable para que otros docentes puedan replicar esta experiencia en sus aulas.

2. MARCO TEÓRICO

La integración de las Matemáticas con otras disciplinas ha sido ampliamente estudiada en la literatura educativa, destacándose como una estrategia eficaz para mejorar la comprensión y la motivación de los estudiantes. En particular, la náutica ofrece un contexto práctico y aplicable para la enseñanza de conceptos matemáticos fundamentales. La navegación marítima, con su dependencia en cálculos precisos y la interpretación de datos, puede hacer que las Matemáticas sean más tangibles y relevantes para los estudiantes. Según Gamboa y Fonseca (2014), la aplicación de Matemáticas en contextos reales, como la náutica en esta experiencia de aula, mejora la motivación y el compromiso de los estudiantes con la materia.

Asimismo, la integración de las Matemáticas con disciplinas STEM ha mostrado beneficios significativos. Los autores Flores-Fuentes y Juárez-Ruiz (2017) sugieren que el aprendizaje basado en proyectos y el enfoque STEM pueden mejorar notablemente la comprensión conceptual y las habilidades de los estudiantes. Este enfoque interdisciplinario permite a los estudiantes ver las conexiones entre las Matemáticas y su aplicación en el mundo real, lo que aumenta su interés y rendimiento en la materia. Sin embargo, en el ámbito específico de la náutica, apenas existen artículos o publicaciones que hayan documentado experiencias exitosas de integración de educación náutica en el aula de secundaria.

Además de los enfoques interdisciplinarios, las prácticas innovadoras en la enseñanza de las matemáticas, como el uso de materiales manipulativos y herramientas digitales, han demostrado ser efectivas. La aplicación de metodologías activas y participativas en la enseñanza de las matemáticas también ha sido ampliamente respaldada por la investigación educativa. Según Puga y Jaramillo (2015), el aprendizaje colaborativo y las actividades prácticas mejoran el rendimiento y la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas. En este sentido, sostienen que las actividades que implican la resolución de problemas del mundo real y la colaboración entre pares fomentan una comprensión más profunda y duradera de los conceptos matemáticos.

Por lo tanto, la literatura muestra que la integración de las matemáticas con otras disciplinas, apoyada por metodologías activas e innovadoras, puede tener un impacto positivo significativo en el aprendizaje de los estudiantes. Es por ello, que se ha propuesto una secuencia de actividades basada en un contexto náutico para el trabajo de saberes matemáticos básicos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Esta situación de aprendizaje multidisciplinar de matemáticas y náutica está diseñada para estudiantes de los últimos dos cursos de secundaria, se busca desarrollar las competencias matemáticas aplicadas en el contexto marítimo. A lo largo de once actividades, los estudiantes explorarán cómo conceptos matemáticos fundamentales tales como las conversiones de unidades y el cálculo de velocidad en nudos se aplican directamente a situaciones náuticas reales. Además, interpretarán partes meteorológicas y aprenderán a determinar la profundidad y el círculo de borneo a partir de cartas náuticas. Las actividades incluyen también la planificación de una ruta marítima, la consideración de la dirección del viento y la comprensión de señales marítimas.

La metodología empleada fomenta el aprendizaje activo mediante el uso de herramientas digitales, simulaciones prácticas y trabajo cooperativo, asegurando que los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos, sino que también desarrollen habilidades prácticas y críticas, promoviendo un aprendizaje significativo aplicado en el contexto náutico.

Para la implementación de esta secuencia didáctica, se utilizarán diversos materiales esenciales, incluyendo mapas náuticos y cartas de navegación, software de geometría dinámica y calculadoras que serán fundamentales para enriquecer la experiencia educativa y facilitar la comprensión de los conceptos abordados.

La secuencia didáctica se organiza en tres bloques en torno a la situación de aprendizaje consistente en planificar una ruta marítima entre el puerto deportivo de A Coruña y la isla del Castillo de Santa Cruz en el ayuntamiento limítrofe de Oleiros. Se trata de una experiencia completa de navegación aplicada a las Matemáticas que se ha estructurado en tres bloques.

En el primer bloque de actividades denominado *Prepararse antes de salir a navegar* los estudiantes aprenden a convertir unidades náuticas al Sistema Internacional, interpretar partes meteorológicas y determinar la ruta de viaje. El segundo bloque, *Saliendo del puerto*, se centra en la consideración de la dirección del viento para determinar los puntos de amarre de la embarcación que deben ser soltados en último lugar, y el cálculo de velocidad y tiempo de la ruta náutica planeada, con especial énfasis en la identificación y el respeto de las balizas y señales marítimas. Finalmente, en el bloque *Fondeando* los estudiantes aplican sus conocimientos para calcular la cantidad de cabo necesario para fondear, entender el concepto de borneo y utilizar herramientas digitales para determinar la profundidad adecuada y en base a ella calcular el círculo de borneo.

Esta serie de actividades han sido llevadas al aula con un grupo de 21 alumnos que son distribuidos en la forma que se detalla cada actividad. Como es un número impar en caso de actividades en parejas, se conformó uno de los grupos con 3 alumnos.

3.1. Prepararse antes de salir a navegar

Las primeras actividades propuestas están relacionadas con la preparación previa a salir a navegar. Para ello se han diseñado actividades en las cuales los estudiantes tienen que aprender a interpretar el parte meteorológico, atendiendo a elementos que afectan las condiciones en el mar. Luego, deben realizar una actividad para interpretar la dirección del viento y reflexionar sobre cómo esta información influye en la planificación de la ruta marítima. Además, se aborda la importancia de entender la frecuencia y el período de las olas, así como las variaciones de mareas, para navegar de manera segura y eficiente. Finalmente, se enseña a convertir millas náuticas a unidades de longitud del Sistema Internacional.

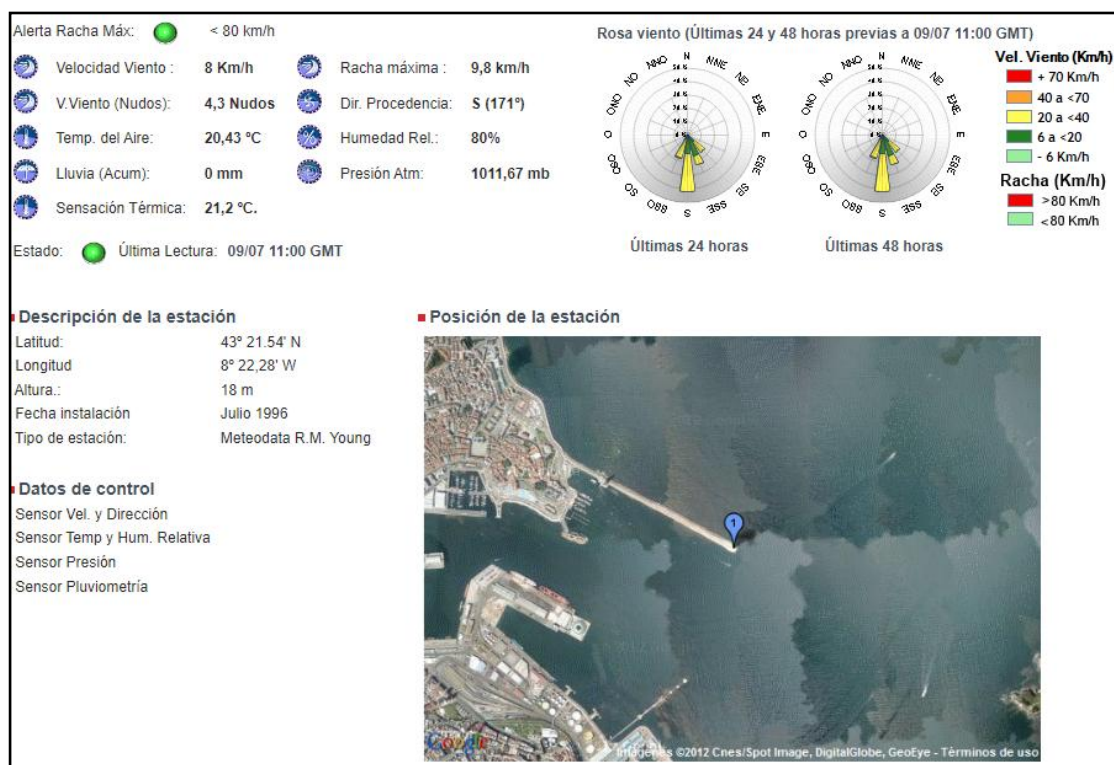
3.1.1. Actividad 1: Interpretación del Parte Meteorológico

En esta primera actividad, de forma individual, los estudiantes se introducen en la lectura de partes meteorológicos y su importancia en la navegación, utilizando páginas webs para obtener datos precisos.

Figura 1

Datos de la boya del dique de abrigo en A Coruña. Fuente:

<http://cma.puertocoruna.com/intranet/instrumentacion/Meteo/imEstacion553.aspx>



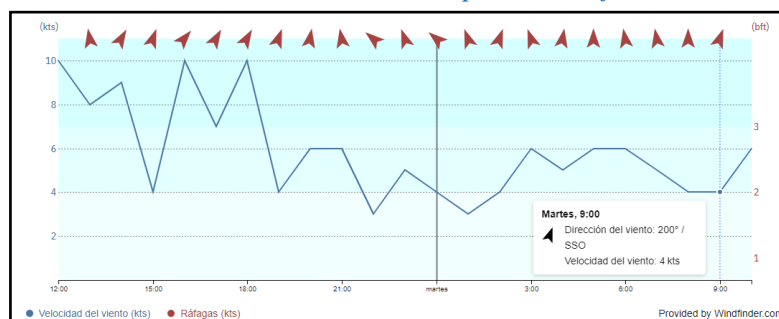
Para ello se propone que consulten los datos proporcionados por la estación meteorológica del puerto de A Coruña donde está la embarcación motora amarrada. Tienen que predecir las condiciones de navegación para la ruta indicada basada en el parte meteorológico. Para ello consultarán la web (Figura 1) y se les formulará cuestiones sobre la rosa de los vientos tales como ¿cuál es la dirección cardinal del viento en las últimas horas? El rumbo se mide en grados a partir del Norte en el sentido de las agujas del reloj ¿qué ángulo forma la dirección del viento?

4.1.2. Actividad 2: Dirección del Viento

Con el objetivo de que los estudiantes aprendan sobre la importancia del viento en la navegación se les propone como segunda actividad consultar los datos de la velocidad y dirección el viento actual en la web de Windfinder (ver Figura 2). Tienen que interpretar el gráfico en el cual se indica la dirección de las ráfagas y la velocidad del viento. Se les explica que 1 kts equivale a 1,852 km/h y a continuación se les sugiere que calculen en base a los datos del gráfico a cuánto equivalen 4 kts. Deben analizar la evolución del viento identificando extremos relativos y la tendencia en las últimas horas de las que se tiene registro. Eso en relación al eje principal del gráfico, en cuanto al eje secundario se les explica que bft se refiere a la escala de Beaufort que clasifica la intensidad y fuerza del viento. Tienen que observar que oscila entre el 2 (brisa muy ligera entre 4 y 6 kts) y el 3 (brisa ligera con velocidad del viento entre 7 y 10 kts). Esta actividad se realiza de forma individual por el alumnado.

Figura 2

Velocidad y dirección del viento actual. Fuente: <https://es.windfinder.com/>



4.1.3. Actividad 3: Frecuencia y Periodo de las Olas y mareas

Como tercera actividad se explica a los estudiantes la frecuencia de las olas, mediante la fórmula de frecuencia = n° de repeticiones/tiempo, y el impacto en la navegación. Para ello consultarán la previsión de olas y mareas en Windfinder (Figura 3). En cuanto a las características observables de las olas del mar específicas en el puerto de A Coruña, se fijarán en los datos de altura de las olas y el intervalo de olas. En el ejemplo se les preguntará qué significa que la altura de las olas sea de 1,3 metros y que el intervalo sea de 8 segundos.

A continuación, se formulan cuestiones tales como ¿cómo se mide la altura de una ola? ¿Es la distancia vertical desde la cresta al seno de la ola? ¿Cuál es la longitud de una ola? ¿Es la distancia horizontal entre dos crestas consecutivas? ¿Cómo se mide el periodo de una ola? Para ello se les proporciona un diagrama sobre las características esenciales de una ola para que puedan entender aspectos tales como la altura o el periodo y longitud de la ola (ver Figura 4).

Después, tienen que justificar si un periodo más largo implica olas más suaves y distanciadas y, por lo tanto, si es más importante para la navegación atender a datos como la longitud de la ola o el periodo de la ola. Y, por último, se pregunta: ¿cuál es la profundidad en un determinado punto en base a la información consultada sobre la altura de las olas? En este caso, se pretende que se den cuenta de que hay que sumarla a la profundidad consultada en la carta náutica. Esta actividad se propone para realizar en parejas de alumnos.

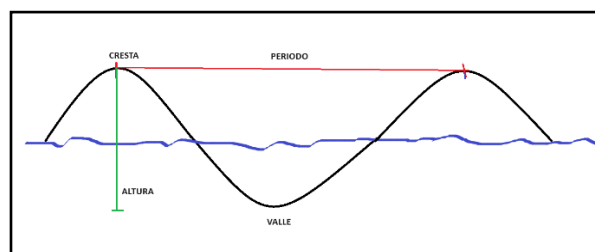
Figura 3

Previsión de olas y mareas en A Coruña. Fuente: <https://es.windfinder.com/>

Fecha local	Martes, Jul 09														
Hora local	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h
Dirección del viento	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖	↖
Velocidad del viento (kts)	12	11	14	13	11	13	12	12	10	10	11	10	9	8	5
Ráfagas (max kts)	24	23	24	24	23	22	19	19	18	16	15	16	15	11	7
Nubosidad	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁
Tipo de precipitación		☔			☔										
Precipitación (mm / h)		0.1			0.1										
Temperatura (°C)	17	17	18	18	19	20	21	20	20	21	21	21	20	19	18
Sensación térmica (°C)	17	17	18	18	19	20	21	20	20	21	21	21	20	19	18
Humedad relativa (%)	90	91	89	88	86	77	73	74	76	73	70	74	76	83	88
Presión atm. (hPa)	999	1000	1000	1001	1001	1001	1002	1003	1003	1003	1003	1003	1003	1004	1004
Dirección de las olas	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
Altura de las olas (m)	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Intervalo de las olas (s)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9
Tipo de marea ⓘ	↗	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↘
Hora ⓘ	7:19						13:17							19:32	
Altura de las mareas (m) ⓘ	3.2	3.2	2.8	2.3	1.7	1.2	1	1	1.4	2	2.6	3.2	3.5	3.5	3.2

Figura 4

Características de las olas. Elaboración propia.

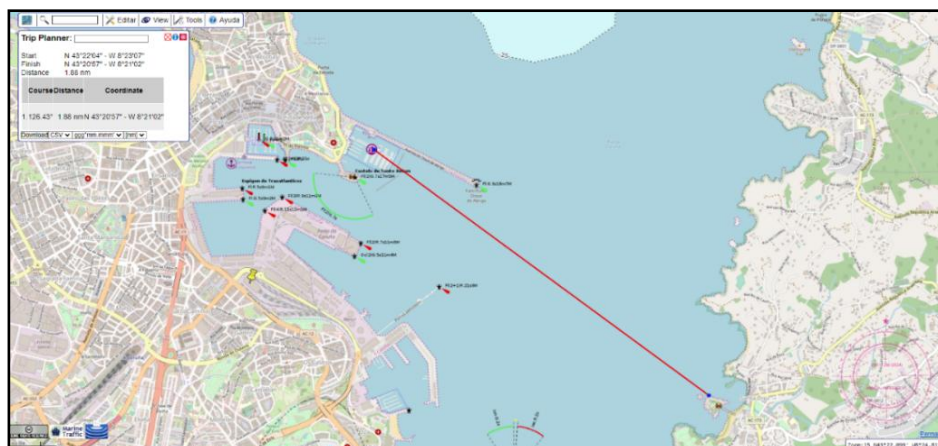


3.1.4. Actividad 4: Convirtiendo Millas Náuticas a Unidades Sistema Internacional

En esta actividad, los estudiantes llevan a cabo una planificación detallada del viaje náutico desde el puerto de A Coruña hasta el Castillo de Santa Cruz en Oleiros. Utilizando una carta náutica específica de esta área, en parejas, los estudiantes comienzan identificando ambos puntos de interés: el puerto de salida y el destino. Empleando las herramientas de cálculo de ruta proporcionada por la web (ver Figura 5), miden la distancia entre estos dos puntos, convirtiéndola a millas náuticas según la escala de la carta. De esta forma, los estudiantes practican la conversión de unidades, un aspecto esencial en la navegación. En concreto, convierten la distancia de 1,88 millas náuticas a kilómetros. Sabiendo que 1 milla náutica equivale a aproximadamente 1,852 kilómetros, resulta una distancia de 3,48 kilómetros.

Figura 5

Carta náutica A Coruña al castillo de Santa Cruz (Oleiros). Fuente: <https://map.openseamap.org/>



3.2. Saliendo del puerto

En este segundo bloque titulado *Saliendo del Puerto* los estudiantes se centran en las actividades que permiten determinar las condiciones óptimas para una salida eficiente del puerto con la embarcación para realizar la ruta prevista anteriormente. Comienzan aprendiendo cuáles son los últimos amarres de cabo del barco que hay que soltar en función de la dirección del viento. A continuación, abordan el concepto de velocidad en nudos y la importancia de navegar a baja velocidad dentro del puerto para evitar la generación de olas que puedan afectar a otras embarcaciones. Además, los estudiantes interpretan los distintos tipos de balizas fundamentales para la orientación.

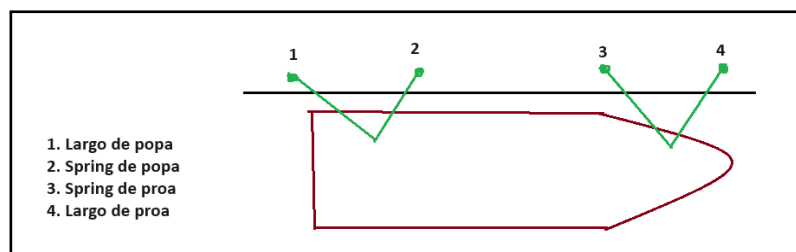
3.2.1. Actividad 5: Puntos de Amarre con Cabos.

En esta actividad, por parejas, los estudiantes aprenden sobre los puntos de amarre que son fundamentales para mantener la embarcación fija y segura en el muelle, evitando que el barco se desplace debido a las corrientes, vientos y olas. En base a ello es crucial planificar el desamarre, especialmente en función de la dirección del viento, para evitar que el barco pierda estabilidad al soltar los amarres incorrectamente.

Durante el ejercicio práctico, los estudiantes reciben un diagrama de un puerto con una embarcación atracada en la que se indica la dirección del viento con una flecha en el diagrama (ver Figura 6). Con ello, tienen que justificar el orden en que se deben soltar los amarres. Se les va guiando para que se den cuenta de que deben comenzar con aquellos que no están contra el viento y dejando para el final los que sí lo están de forma que se garantiza que el viento mantenga la embarcación pegada al muelle hasta el último momento. Durante el transcurso de la actividad se le formulan cuestiones tales como ¿qué pasaría si se soltaran primero los amarres que están en contra el viento? Con ello se trata de que sean capaces de argumentar que en ese caso el viento empujaría al barco lejos del muelle.

Figura 6

Embarcación amarrada por 4 amarras paralela al muelle por el costado de estribor o babor. Elaboración propia.



En este ejemplo, si el viento viene de proa habrá que dejar como último amarre el 2 y el 4 (los que están en contra del viento). Por el contrario, si el viento sopla de popa habrá que dejar atados en último lugar los amarres impares, el 1 o el 3.

3.2.2. Actividad 6: Velocidad en Nudos (Kts).

En esta actividad, por parejas, los estudiantes aprenden sobre el concepto de nudo como unidad de velocidad náutica y aplican este conocimiento en ejercicios prácticos de cálculo de tiempo y distancia. En primer lugar, se les explica que es una unidad fundamental en la navegación, ya que permite medir y comunicar de manera precisa la velocidad de una embarcación. Además, hay que indicar que esta unidad de velocidad náutica equivale a una milla náutica por hora. Una milla náutica es aproximadamente igual a 1,852 kilómetros. Por lo tanto, cuando un barco se mueve a una velocidad de 1 nudo, recorre 1 milla náutica (1,852 km) en una hora.

Para ponerlo en práctica, los estudiantes resuelven el problema planteado inicialmente, esto es, si se va a realizar en barco a una velocidad constante de 3 nudos desde el puerto de A Coruña al castillo de Santa Cruz (Oleiros). ¿Cuánto tiempo tarda en llegar? Se plantean cuestiones más complejas como si dentro del puerto la embarcación va a 3 nudos para evitar la generación de olas que pueden causar daños a otras embarcaciones, a las estructuras del puerto y representar riesgos para nadadores y otros usuarios del agua y al salir del muelle al superar los 50 metros de distancia de la costa va a 10 nudos ¿cuánto tiempo dura la travesía? De este modo, han de integrar los conocimientos adquiridos con un nivel mayor de complejidad.

3.2.4. Actividad 7: Tipos de Balizas.

El objetivo principal de esta actividad es introducir a los estudiantes al concepto de balizas y cómo estas señales contribuyen a la seguridad durante la navegación. Específicamente, se centran en las balizas verdes y rojas, aprendiendo su significado y función en la orientación dentro del puerto.

Los estudiantes, por parejas, reciben un mapa náutico detallado del puerto (ver Figura 7), donde marcan las balizas en el mapa según su color correspondiente y su posición en el puerto. Esto les permite entender visualmente cómo estas balizas indican el lado seguro del canal navegacional: las balizas verdes se encuentran en el lado derecho (estribor) cuando se navega aguas adentro, mientras que las rojas están en el lado izquierdo (babor).

Al finalizar la actividad, se promueve la discusión grupal para explorar la importancia del balizamiento en la seguridad marítima. De este modo, los estudiantes comparten ejemplos de cómo estas señales pueden prevenir accidentes y facilitar una navegación más eficiente dentro del puerto.

Figura 7

Mapa de balizas del puerto de A Coruña. Fuente: <https://map.openseamap.org/>



3.3. Fondeando.

En las siguientes actividades calculan la longitud de cabo adecuada para echar el ancla al fondo marino, asegurando una sujeción estable y segura de la embarcación durante el fondeo. Además, se abordan los tipos de banderas y luces del barco, esenciales para la comunicación y la identificación nocturna en el agua. Asimismo, se explora la importancia de las boyas y del cálculo del círculo de borneo para fondear de manera segura.

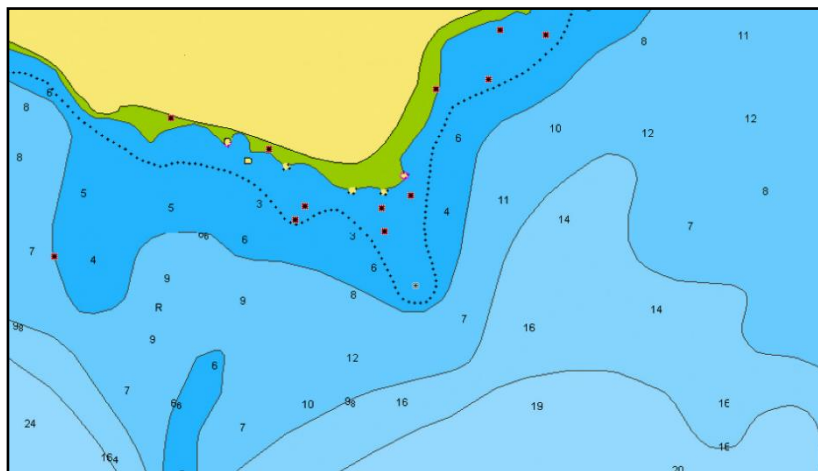
3.3.1. Actividad 9: Cálculo de Cabo para fondear.

En esta actividad dedicada al fondeo y al cálculo del cabo, por parejas, los estudiantes se sumergen en el proceso de elegir cuidadosamente el lugar de fondeo, considerando aspectos como el calado específico del barco y las características del fondo marino, que pueden variar desde arenas suaves hasta rocas o lodo. Para ello utilizan herramientas de sonar online, con el fin de determinar la profundidad del agua en el área seleccionada, un paso crucial para asegurar que el ancla se fije adecuadamente. Además, tienen que identificar en el mapa las áreas costeras, las playas y las zonas balizadas, así como zonas no navegables, como bancos de arena, rocas sumergidas y áreas con profundidades insuficientes para el calado del barco.

Tal y como puede verse en la Figura 8, se fijan en la profundidad en las inmediaciones del castillo de Santa Cruz. En base a la carta náutica determinan el calado del barco y las comparan con el calado del barco que se va a fijar en 1,2 metros. Una vez que determinen la zona de fondeo, se les pide calcular la cantidad exacta de cabo necesaria para cada lugar de fondeo siguiendo la regla estándar de multiplicar la profundidad del agua por tres para determinar la longitud del cabo.

Figura 8

Carta náutica de los alrededores del castillo de Santa Cruz. Fuente: <https://www.navionics.com/esp/>



3.3.2. Actividad 9: Tipos de Banderas. Código morse y nudos.

En esta actividad enfocada en tipos de banderas y nudos, los estudiantes de forma individual buscan en internet los diferentes tipos de banderas utilizadas, y se les pide que calculen las proporciones de la bandera alpha que indica zona de buceo y deben calcular su área descomponiendo en polígonos sencillos.

Figura 9

Bandera náutica Alpha. Elaboración propia.



Después, los estudiantes intentan hacer el nudo marinero en ocho, siguiendo las instrucciones del docente. Para ello, se forman parejas para practicar juntos, permitiendo así que se ayuden mutuamente y refuercen el aprendizaje práctico.

Figura 10

Nudo en ocho. Fuente: wikipedia.org.



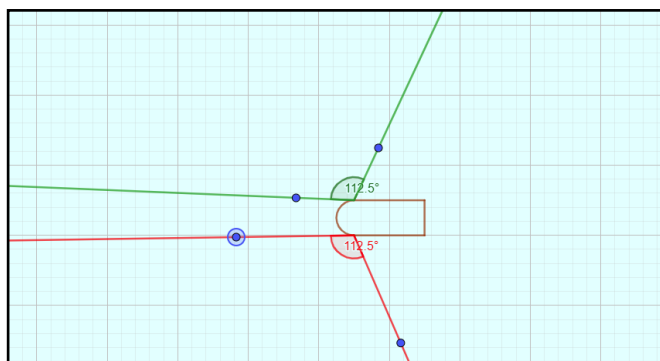
Por último, los estudiantes reciben unas nociones básicas sobre el código Morse y después con la linterna del móvil deben tratar de enviar y recibir mensajes simples, como "SOS" y "HELP".

3.3.3. Actividad 10: Luces del Barco y Normas de Navegación (RIPA).

Se comenzará con una explicación breve sobre las luces de navegación utilizadas en los barcos, así como las normas básicas establecidas por el RIPA para determinar qué barco debe ceder el paso en encuentros y cruces en el mar. Posteriormente, los estudiantes por parejas utilizan GeoGebra para simular una situación de visibilidad de un barco. En primer lugar tienen que representar un barco y después determinar dónde habría que situar en el casco de la embarcación las luces verdes y rojas delanteras teniendo en cuenta de que el ángulo de visibilidad de alcance viene regulado y es $112,5^\circ$. De este modo van explorando qué situaciones se podrían dar y cuáles son los puntos ciegos que se pudieran producir en un supuesto cruce de dos barcos (ver Figura 11).

Figura 11

Visibilidad de las luces de una embarcación. Fuente: elaboración propia en GeoGebra.



3.3.4. Actividad 11: Bornea y Propiedad de Boyas.

En esta última actividad se explica en primer lugar qué es la bornea, entendida como el área circular alrededor de un barco fondeado que garantiza espacio suficiente para maniobrar sin riesgo de colisión con otras embarcaciones. Luego, los estudiantes por parejas reciben un mapa de la zona de navegación para que calculen el círculo de borneo alrededor de un barco fondeado, teniendo en cuenta el calado del barco y la profundidad del fondo marino (ver Figura 12).

Figura 12

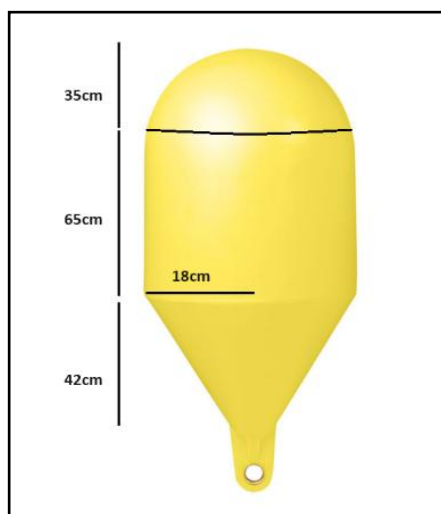
Círculo de borneo. Fuente: Elaboración propia.



Posteriormente, se les explicará para que sirve una boya de señalización amarilla y se les proporcionará la imagen de una con sus medidas para que calculen su volumen mediante composición de volúmenes como semiesfera, cilindro y cono (ver Figura 13).

Figura 13

Dimensiones de una boya de señalización amarilla. Elaboración propia.



4. ANÁLISIS DE LA EXPERIMENTACIÓN DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

El análisis de la experimentación de la secuencia didáctica en un aula de tercero de la ESO, integrando matemáticas y náutica, revela varios aspectos clave que destacan tanto los puntos fuertes como las áreas de mejora en la implementación de esta metodología interdisciplinaria. Durante el desarrollo de las actividades, se evidenció un notable aumento en la motivación y el interés de los estudiantes hacia las matemáticas, especialmente cuando estas se contextualizaban en situaciones prácticas y reales de navegación.

En la actividad de conversión de millas náuticas a kilómetros, los estudiantes mejoraron significativamente sus habilidades de conversión de unidades. Esta actividad proporcionó a los

estudiantes una comprensión más tangible y relevante de los conceptos matemáticos, evidenciada por su capacidad para realizar conversiones precisas y su entusiasmo al aplicar conocimientos matemáticos a una tarea real.

La utilización de herramientas digitales y simulaciones también jugó un papel crucial en el aprendizaje de los estudiantes. En la actividad de interpretación del parte meteorológico, se emplearon aplicaciones como WindFinder para analizar datos meteorológicos reales. Los estudiantes aprendieron a predecir las condiciones de navegación basándose en estos datos, lo que fortaleció su capacidad de interpretar gráficos y datos, habilidades esenciales tanto en la navegación como en otros contextos científicos. Además, la actividad incluyó la planificación de rutas específicas basadas en las condiciones meteorológicas previstas, lo que incrementó su habilidad para tomar decisiones informadas.

Sin embargo, el análisis también identificó áreas de mejora. En la actividad de interpretación de la frecuencia y el periodo de las olas, varios estudiantes encontraron dificultades iniciales en la aplicación de conceptos matemáticos necesarios para interpretar las olas como la frecuencia de las mismas. Esta observación sugiere la necesidad de proporcionar una introducción más gradual y detallada a estos conceptos, así como apoyo adicional durante las actividades prácticas. Una solución podría ser la implementación de ejercicios preliminares que refuercen los conocimientos básicos necesarios.

Otro punto destacado fue en la actividad de planificación de retirada de puntos de amarre para sacar una embarcación del muelle. La complejidad de considerar la dirección del viento en la seguridad de la embarcación requirió una mayor atención individualizada por parte del docente. Hubo que reforzar a algunos estudiantes a la hora de entender la importancia de soltar en último lugar las amarras de donde viene el viento.

En términos de metodología, la secuencia didáctica demostró ser efectiva en promover el aprendizaje colaborativo y la resolución de problemas en equipo. Un ejemplo claro de esto fue la actividad de navegación a 3 nudos dentro del puerto para evitar la generación de olas. Los estudiantes trabajaron en grupos para planificar rutas que respetaran el límite de velocidad en diferentes zonas del puerto, considerando la proximidad a otras embarcaciones, a la costa y áreas balizadas.

Asimismo, los estudiantes mostraron gran capacidad para convertir unidades de medida náuticas al Sistema Internacional, calcular velocidades en nudos e interpretar datos meteorológicos para tomar decisiones informadas durante la navegación simulada. Estas habilidades, desarrolladas a través de actividades prácticas y contextuales, fortalecieron su comprensión matemática y también les proporcionaron una comprensión práctica de cómo las matemáticas son fundamentales en la navegación marítima.

A pesar de algunas dificultades en la aplicación de conceptos matemáticos, los estudiantes lograron superar estos desafíos mostrando una notable mejora en sus habilidades. La observación de la necesidad de un enfoque más escalonado y de apoyo individualizado sugiere que con ajustes en la presentación de contenidos y una mayor atención a las necesidades individuales, esta metodología puede ser aún más efectiva.

5. CONCLUSIONES

La integración de Matemáticas y náutica en esta secuencia didáctica ha demostrado ser una estrategia efectiva para promover el aprendizaje significativo y la aplicación práctica de los conocimientos. A través de actividades diseñadas específicamente para contextualizar los

conceptos matemáticos en situaciones reales de navegación, los estudiantes han mostrado un aumento notable en su motivación y comprensión de las matemáticas. Este modelo de tareas replicables propuestas cumple con lo propuesto en el punto cuarto de los objetivos.

Durante el desarrollo de las actividades en el aula, se observó que los estudiantes desarrollaron habilidades prácticas importantes, como la conversión de unidades náuticas al sistema internacional, el cálculo de velocidades en nudos, y la interpretación de datos meteorológicos para la toma de decisiones durante la navegación simulada. Estas habilidades no solo fortalecieron su competencia matemática, sino que también mejoraron su capacidad para resolver problemas complejos en un contexto colaborativo cumpliendo con el primer de los objetivos.

La metodología utilizada, que incluyó el uso de herramientas digitales y simulaciones prácticas, facilitó un aprendizaje activo y participativo. Los estudiantes pudieron aplicar los conceptos teóricos aprendidos en el aula a situaciones prácticas, lo que les proporcionó una comprensión más profunda y duradera de los mismos. Además, el trabajo en equipo para planificar rutas de navegación, calcular profundidades y, interpretar señales marítimas promovió habilidades de comunicación y colaboración entre los estudiantes.

Sin embargo, el análisis también reveló áreas de mejora, como la necesidad de proporcionar más apoyo individualizado a aquellos estudiantes que encontraron dificultades iniciales con los conceptos matemáticos más avanzados como se había propuesto en el punto 3 de los objetivos. Adaptar la presentación inicial de los contenidos y ofrecer orientación adicional durante las actividades prácticas podría mejorar la comprensión y el rendimiento de estos estudiantes. Este enfoque educativo podría adaptarse efectivamente a cursos superiores donde se apliquen conceptos avanzados de trigonometría y se podría enseñar el uso de compases náuticos a través de herramientas tecnológicas.

En definitiva, la experiencia ha sido positiva y enriquecedora tanto para los estudiantes como para el proceso educativo. La integración de la disciplina de matemáticas y náutica no solo amplía el horizonte académico de los estudiantes, sino que también prepara a la próxima generación con habilidades prácticas y aplicables en el mundo real. Este enfoque interdisciplinario es relevante para la educación porque fomenta un aprendizaje integral que conecta teoría y práctica de manera significativa, así como se había propuesto para el objetivo segundo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gamboa, M. E. y Fonseca, J. J. (2014). Las unidades didácticas contextualizadas como alternativa para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática. *Revista Órbita Pedagógica*. ISSN 2409-0131, 1(3), 1-28.
- Flores-Fuentes, G. y Juárez-Ruiz, E. D. L. (2017). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo de competencias Matemáticas en Bachillerato. *Revista electrónica de investigación educativa*, 19(3), 71-91. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.721>
- Puga, L. A. y Jaramillo, L. M. (2015). Metodología activa en la construcción del conocimiento matemático. *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*, 19(2), p. 291-314. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.14>