

10. Situación de aprendizaje para el estudio de la controversia sociocientífica del espacio protegido de la Flecha del Rompido. Una visión integrada desde las ciencias naturales y las matemáticas en primaria

PAULA GARCÍA-VISO

Universidad de Huelva, paula.garcia@ddi.uhu.es

M.^a ÁNGELES DE LAS HERAS PÉREZ

Universidad de Huelva, angeles.delasheras@dcc.uhu.es

NURIA CLIMENT RODRÍGUEZ

Universidad de Huelva, climent@uhu.es

LUCÍA DEL ROSARIO PÉREZ HUELVA

CEIP Virgen del Carmen, luciaph89@gmail.com

1. Introducción

En este trabajo se presenta una situación de aprendizaje diseñada para trabajar la controversia sociocientífica del espacio protegido de la Flecha del Rompido. Durante esta, y con el fin de poner en valor este espacio, se pretende abordar de forma integrada contenidos de ciencias experimentales y matemáticas, en concreto, sobre la biodiversidad y la proporcionalidad, utilizando como referencia el entorno cercano. Además, en dicha propuesta, se destaca la colaboración entre investigadores en didáctica de las ciencias y docentes en ejercicio, ya que su interacción permite generar experiencias educativas contextualizadas y ajustadas a las necesidades y realidades de los estudiantes.

El aprendizaje contextual constituye una herramienta fundamental para el desarrollo integral del alumnado, facilitando la adquisición y aplicación de conocimientos en situaciones concretas (Perales y Cañal, 2000). En este sentido, la creación de entornos de aprendizaje que aborden temáticas como la biodiversidad y la proporcionalidad en la Educación Primaria representa un reto crucial para fomentar una educación inclusiva y relevante. Este enfoque requiere implementar metodologías que posicionen a los estudiantes como protagonistas de su proceso de aprendizaje, superando las estrategias tradicionales centradas exclusivamente en la instrucción verbal del docente (Valente *et al.*, 2022).

El aprendizaje integrado se muestra particularmente motivador y significativo para los niños y niñas, ya que les permite construir conocimientos interrelacionados. Según Zhu *et al.* (2023), este enfoque evita la fragmentación de las materias, promoviendo su coordinación. La motivación e interés que surgen de los retos propuestos en situaciones contextualizadas dentro del entorno cercano de los estudiantes estimulan su curiosidad, alentándolos a formular nuevas preguntas y reflexionar sobre sus investigaciones (Romero-Ariza, 2017). De hecho, la resolución de problemas reales y cotidianos en este proceso de aprendizaje contribuye al desarrollo de habilidades como la comunicación, la participación y la colaboración (Stehle y Peters-Burton, 2019).

2. Marco teórico: revisión teórica y estado de la cuestión

La enseñanza basada en controversias sociocientíficas es una herramienta pedagógica fundamental para el desarrollo de estudiantes críticos, reflexivos y comprometidos con la preservación de su entorno. Como argumenta Sadler (2009), los problemas sociocientíficos implican cuestiones en los que ciencia y sociedad están entrelazados, lo que permite a los estudiantes tratar de manera integral diversas posturas y soluciones (Choi y Lee, 2021).

Trabajar sobre controversias sociocientíficas fomenta en los estudiantes una sensibilización y responsabilidad hacia las implicaciones sociales y ambientales (Macalalag *et al.*, 2019), mejorando su argumentación y expresión (Su, 2021). Al abordar estos temas, los estudiantes son capaces de relacionar los conocimientos científicos con la vida real, lo que aumenta su motivación y relevancia personal.

Por otra parte, los problemas sociocientíficos ayudan a los estudiantes a comprender los desafíos ambientales y sociales a los que se enfrenta su entorno local. Involucrar a los estudiantes en estas controversias tiene el objetivo de crearles interés por seguir investigando qué ocurre (Choi y Lee, 2021), favoreciendo la formación de ciudadanos comprometidos y participativos, que no solo posean habilidades científicas, sino que estén dispuestos a contribuir activamente en la solución de problemas globales y locales.

En conclusión, la enseñanza a través de controversias sociocientíficas es una estrategia efectiva para formar estudiantes críticos y comprometidos, que entienden la importancia de la ciencia en la sociedad y están motivados a preservar su entorno local.

3. Descripción y justificación de la controversia

La Flecha del Rompido, situada en la costa occidental de Huelva, es una formación geomorfológica única, resultado de la acción combinada de corrientes marinas, sedimentación y dinámica de mareas. Este ecosistema costero, que se extiende a lo largo del Paraje Natural Marismas del río Piedras y Flecha del Rompido, es de gran valor medioambiental (Luque y Castellanos, 2021), por su biodiversidad y función como barrera natural que protege la costa de la erosión.

Uno de los principales factores que afecta a este ecosistema es el turismo masivo (Vallés *et al.*, 2009), que implica el aumento de la población y la expansión urbanística. Si bien el turismo constituye una fuente económica significativa para la región, ha llevado a un uso intensivo de la zona. En particular, la intervención antrópica con la construcción de un puerto deportivo en la Flecha y su consecuente dragado en la zona estuaria (Mestre-Runge *et al.*, 2016) ha modificado la dinámica de las corrientes marinas y los patrones de sedimentación, afectando, tal y como recogen Castellanos y Luque (2021), el proceso natural de formación y regeneración de la flecha litoral. Asimismo, el constante paso de los visitantes a la Flecha ha envejecido y alterado el proceso de floración de diversas especies de plantas (Luque y Castellanos, 2021). A lo anterior se le añade la influencia del crecimiento industrial, que hace de esta una zona vulnerable a cambios (Ramírez-Juidias y Amaro-Mellado, 2023). De toda esta problemática deriva una huella ecológica que compromete la estabilidad de ecosistemas sensibles como las dunas y las marismas.

En cuanto a la biodiversidad de la Flecha, este entorno alberga una variedad de especies vegetales y animales (Castellanos y Luque, 2021), algunas de ellas protegidas. Por ejemplo, el camaleón común (*Chamaeleo chamaeleon*), una especie en declive debido a la pérdida de hábitat, y diversas aves migratorias que utilizan las marismas como áreas de descanso y alimentación. Además, la flora de la zona incluye especies adaptadas a las condiciones salinas y arenosas, contribuyendo a la estabilización de las dunas.

Por todo ello, es fundamental adoptar medidas de conservación y manejo sostenible que equilibren el desarrollo económico con la preservación del entorno natural. Además, es necesario fomentar la educación ambiental y sensibilizar a la población, estudiantes en nuestro caso, y a los visitantes sobre la importancia de la Flecha del Rompido.

4. Diseño de la propuesta

Para lograr un diseño colaborativo que integrara de manera significativa las asignaturas de conocimiento del medio natural, social y cultural, y matemáticas, se eligió como tema central de la situación de aprendizaje la Flecha, de manera que se vinculara con el tema general que abarca el resto de las actividades del trimestre, relacionadas con los océanos.

Inicialmente, la maestra del aula delineó un plan de sesiones; posteriormente, se llevaron a cabo varias reuniones para terminar de profundizar en las actividades y desarrollar una propuesta interdisciplinaria, basada en una metodología de indagación que incluye principalmente contenidos relacionados con el medioambiente (ciencias) y la proporción (matemáticas). La selección de estos contenidos se ajusta al currículo del curso y a las oportunidades de indagación proporcionadas por el tema central.

El título de la presente situación de aprendizaje es «Un enigma en nuestra casa». La finalidad es dar respuesta a las preguntas planteadas respecto al crecimiento del fenómeno conocido como la Flecha del Rompido, con un enfoque interdisciplinar que invita al alumnado a sumergirse en su propio contexto y descubrir su progreso, mediante la indagación y la manipulación de recursos, que se desglosa en siete sesiones. El proceso quedará recogido en un cuaderno de campo que el alumnado irá trabajando a lo largo de las sesiones.

Además, nuestra situación de aprendizaje, que parte del contexto cercano, de una experiencia previa, plantea un reto, el crecimiento de la lengua de arena de El Rompido y su impacto en diferentes ámbitos del entorno. Presenta cierta complejidad considerando la edad y el desarrollo del alumnado, esto es, propone un reto, y su resolución implica la movilización de manera integrada de los saberes básicos (conocimientos, destrezas y actitudes), a través de tareas y actividades, haciendo uso de diversos materiales didácticos. El alumnado trabajará individualmente y en equipo para resolver el reto planteado, con una actitud cooperativa y aprendiendo a solucionar de manera adecuada los posibles conflictos que puedan surgir.

Con ella contribuimos a la consecución de las competencias clave sobre todo desde las áreas de conocimiento del medio natural, social y cultural y matemáticas.

En conocimiento del medio natural, social y cultural, el trabajo de análisis de la Flecha, su biodiversidad y su impacto en la población de El Rompido, tiene como objetivo fundamental formar personas activas, responsables y respetuosas con el mundo en el que vivimos,

transformándolo de manera ética y sostenible. Asimismo, la acción humana como responsable del cambio y su devenir histórico implica que el alumnado tenga que adoptar un conocimiento de sí mismo y del entorno que lo rodea desde una perspectiva sistémica. Por otro lado, el desarrollo de una cultura científica basada en la indagación, dará paso a una ciudadanía con pensamiento crítico, capaz de tomar decisiones ante las situaciones que se planteen, ya sea en el ámbito personal, social o educativo. Estos procesos favorecerán el trabajo interdisciplinar y la relación entre los diferentes saberes y destrezas que posee el alumnado.

Con relación a la consecución de competencias clave en el área de matemáticas, la presentación de problemas sin respuestas cerradas permite la adquisición de habilidades y las herramientas para poder resolverlos, interpretar las soluciones en el contexto y tomar decisiones estratégicas.

4.1. Participantes

Los participantes en el desarrollo de la situación de aprendizaje son dos aulas de Educación Primaria de quinto curso, del colegio Virgen del Carmen en El Rompido. Son, en total, 36 alumnos y alumnas de 10 y 11 años. También han participado en el proyecto las tutoras de ambos grupos.

Asimismo, también contamos con un especialista en la temática, un agente medioambiental que participa tanto en una de las sesiones informativas como en la visita al lugar de estudio. Las familias han sido informadas de todo el proceso y se han mostrado interesadas en las actividades planteadas, siendo los abuelos de algunos estudiantes los encargados de ayudarnos en el desarrollo de otra de las sesiones, para recabar información de contraste sobre la situación de El Rompido en el pasado y en el presente.

4.2. Instrumento de planificación didáctica: la secuencia

Tomamos como guía el actual currículo de Andalucía (Orden del 30 de mayo, 2023), que plasma que el objetivo fundamental de la etapa de Educación Primaria es el desarrollo de las competencias clave, las cuales darán un perfil de salida del alumnado. Estas competencias clave, se desglosan, a su vez, en las diferentes áreas a través de una concreción que da lugar a las competencias específicas.

Atendiendo a las características de nuestra situación de aprendizaje «Un enigma en nuestra casa», podemos decir que, dentro de las dos áreas principales que se abordan (conocimiento del medio natural, social y cultural y matemáticas), las competencias específicas que se ponen en juego son:

En la Orden del 30 de mayo (2023), en cuanto al área de matemáticas:

- Interpretar situaciones de la vida cotidiana proporcionando una representación matemática [...].
- Resolver situaciones problematizadas, aplicando diferentes técnicas, estrategias y formas de razonamiento [...].
- Explorar, formular y comprobar conjeturas sencillas o plantear problemas de tipo matemático en situaciones basadas en la vida cotidiana [...].
- Reconocer y utilizar conexiones entre las diferentes ideas matemáticas, así como identificar las matemáticas implicadas en otras áreas o en la vida cotidiana [...].
- Comunicar y representar, de forma individual y colectiva, conceptos, procedimientos y resultados matemáticos [...]. (p. 138)

En cuanto al área de conocimiento del medio natural, social y cultural, según la Orden del 30 de mayo (2023):

- Plantear y dar respuesta a cuestiones científicas sencillas [...].
- Identificar las características de los diferentes elementos o sistemas del medio natural [...].
- Identificar las causas y consecuencias de la intervención humana en el entorno, desde los puntos de vista social, económico, cultural, tecnológico y ambiental [...]. (p. 127)

Teniendo en cuenta los bloques de saberes básicos recogidos en la Orden de 30 de mayo de 2023, en la figura 1, se concretan los contenidos relacionados con las áreas de conocimiento del medio natural, social y cultural y matemáticas aplicados al desarrollo de nuestra situación de aprendizaje.

10. Situación de aprendizaje para el estudio de la controversia sociocientífica...

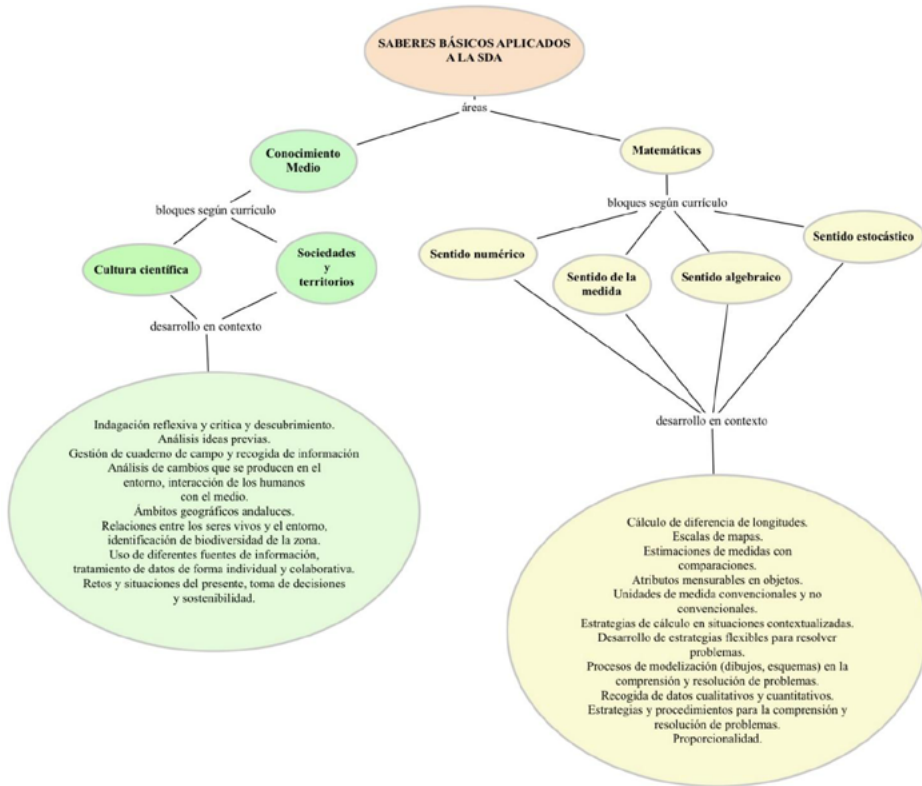


Figura 1. Saberes básicos desarrollados en la situación de aprendizaje

De esta manera, se plantean 7 sesiones diseñadas e implementadas para trabajar las actividades que se esquematizan en la figura 2 (donde Si alude a la sesión i-ésima).



Figura 2. Fases y actividades de la situación de aprendizaje

Sesión 1: ¿Qué es?

Para iniciar la secuencia didáctica, se proyectarán imágenes de flechas de arena de diferentes lugares del mundo. El propósito es que los estudiantes asocien estas imágenes con la Flecha ubicada en su localidad. Después de una lluvia de ideas sobre lo que les sugieren estas imágenes, se llegará al hilo conductor que guiará las siguientes sesiones: la Flecha del Rompido.

A partir de aquí, parte del trabajo en la propuesta didáctica consistirá en responder a las preguntas que surjan de los propios estudiantes. Utilizando la aplicación Mentimeter, los estudiantes propondrán posibles preguntas que la docente guiará estas hasta que surjan preguntas como: «¿Qué es?», «¿cómo es?» y «¿cómo ha cambiado?». Estas serán respondidas a partir de las actividades que se realizarán en el aula.

Para responder a estas preguntas, la clase se dividirá en dos grupos. Uno de ellos buscará información en internet utilizando los ordenadores disponibles en el aula, mientras que el otro grupo visitará la Oficina de

Turismo de la localidad para recopilar información que puedan ofrecer. Finalmente, ambos grupos compartirán los datos que hayan recopilado para enriquecer la comprensión colectiva sobre la Flecha del Rompido.

Sesión 2: Espacio protegido

En el cuaderno de campo, los estudiantes encontrarán varias imágenes de animales y plantas (figura 3) y se les pedirá que indiquen si creen que son propias de la Flecha del Rompido o no. Además, se les solicitará que asocien el espacio protegido con cinco palabras.



Figura 3. Cuaderno de campo - Sesión 2

Contaremos con la ayuda de un agente de medioambiente de la provincia de Huelva, especializado en la zona de la Flecha, quien ofrecerá una charla sobre qué es un espacio protegido y por qué la Flecha lo es, así como información sobre la flora y fauna que habitan en la zona y algunas curiosidades al respecto.

Los estudiantes deberán tomar notas en su cuaderno sobre la definición que el experto dé sobre qué es un *espacio protegido*, así como al menos cinco datos interesantes que mencione durante su charla.

Al finalizar la charla, los estudiantes tendrán la oportunidad de plantear preguntas para aclarar cualquier duda que les surja sobre la información proporcionada por el agente de medioambiente.

Sesión 3: Cuéntame cómo ha cambiado

Para explorar cómo era la localidad en el pasado, los alumnos se dividirán en 5 grupos, cada uno asignado a una temática específica (profesiones, vivienda, juego, educación y alimentación). Cada grupo deberá elaborar 5 preguntas para hacerles a 3 abuelos que visitarán la clase para contarles cómo era El Rompido hace unos cincuenta años.

Posteriormente, entre todos los grupos, se seleccionará una pregunta de las 5 propuestas por cada grupo sobre su temática. Estas preguntas seleccionadas guiarán la entrevista con los 3 abuelos, cuyas respuestas deberán ser registradas en los cuadernos de campo de los estudiantes.

Finalmente, para asegurarnos de que los alumnos han comprendido cómo era la vida en el pueblo antes, se les pedirá que escriban en un diario cómo sería un día típico del año 1973 en El Rompido.

Sesión 4: ¡Cómo crece!

Se les proporcionará a los estudiantes tres fotografías aéreas de la Flecha, como las de la figura 4, una del año 1957, otra del año 1977 y la tercera del año 2013, todas a la misma escala. Se les pedirá que comenten en grupo qué observan en ellas, centrándose en los cambios visibles a lo largo del tiempo. Dado que la longitud es la magnitud más notable en cuanto al cambio durante esos años, en esta sesión se les pedirá a los estudiantes que calculen las diferencias de longitud que observen.



Figura 4. Fotografías aéreas superpuestas de 2013, 1977 y 1957

También se les solicitará que, considerando la escala de los mapas, calculen el crecimiento real de la Flecha. Para esto, deberán utilizar la escala gráfica indicada en las fotografías (800 metros) y trasladar dicho aumento a la medida real sobre el terreno. Es importante destacar que no se proporcionará ninguna explicación previa sobre proporcionalidad y se espera que los estudiantes puedan interpretar el significado de la escala a partir de las fotografías.

Finalmente, se les planteará la pregunta sobre la posibilidad de previsión en el crecimiento de la Flecha. Si en 56 años había aumentado la longitud en los metros que calcularon anteriormente, ¿cuánto medirá en el año 2041? Se les invitará a reflexionar sobre si el crecimiento de la Flecha es realmente proporcional al tiempo y cómo se podría hacer una previsión al respecto.

Sesión 5: Somos previsores

En esta sesión, el objetivo es preparar la salida a la Flecha. Para ello, los grupos de trabajo deberán decidir qué instrumento de medida (diferente a cualquier regla o instrumento convencional) utilizarán para medir un transecto que tenga entre 10 y 50 metros de longitud. Se realizará una simulación previa en el patio del colegio para practicar la medición de transectos.

Cada alumno tendrá en su cuaderno de campo dos segmentos verticales dibujados, que representarán sus transectos (figura 5). En uno de ellos, deberán representar los tramos del transecto que se medirán en el patio (todos los alumnos tendrán tramos de igual longitud).

Después de realizar la actividad en el patio, los estudiantes representarán en la pizarra los transectos que han dibujado en sus cuadernos. A continuación, la maestra plasmará en la pizarra el transecto con los tramos proporcionales a las distancias que se han medido. Con esto, se pretende cuestionar la representación proporcional de los tramos del transecto que los alumnos han medido. Además, se espera que se genere una discusión sobre qué instrumento de medida resultó más conveniente para medir una distancia como la propuesta y cómo representar lo que se ha medido.

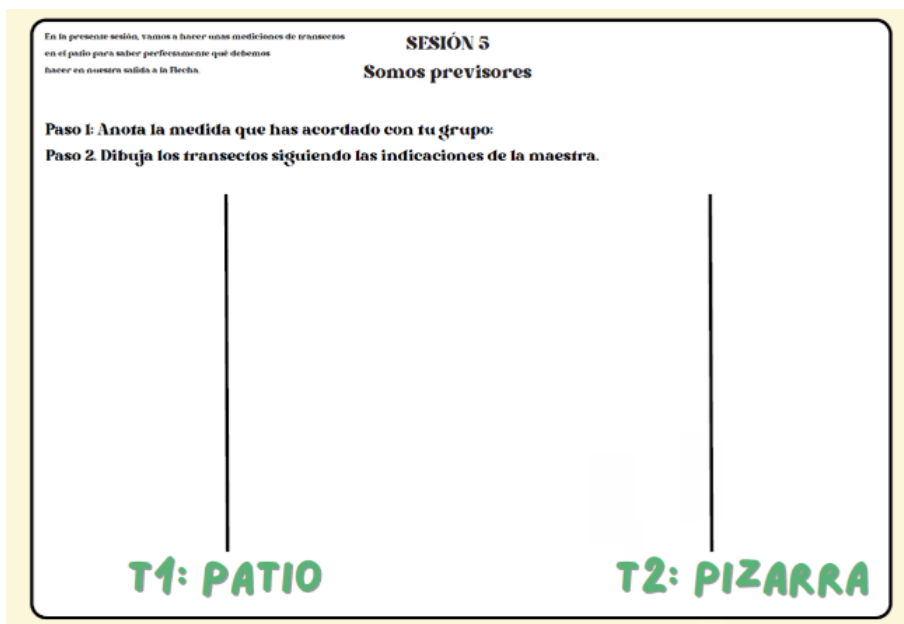


Figura 5. Cuaderno de campo - Sesión 5

Sesión 6: Visitamos la Flecha

La salida de campo a la Flecha del Rompido tiene como objetivo que el alumnado se familiarice con la flora de la zona. Para ello, se les proporcionarán imágenes de algunas plantas que pueden encontrarse en el transecto que medirán más tarde.

Se les indicará que busquen dichas plantas y las identifiquen con las imágenes proporcionadas. Después, se les darán las instrucciones para realizar el transecto utilizando el instrumento de medida que consensuaron en la sesión anterior. Para ello, deberán anotar qué plantas de las que previamente habían localizado están en cada tramo del transecto.

La sesión concluirá con una reflexión en voz alta sobre los tramos identificados por cada grupo, prestando atención a la concentración de flora en cada uno y a la ubicación de cada especie. Esto permitirá hacer hincapié en el cambio de biodiversidad según las condiciones del terreno y fomentar la comprensión de la relación entre la flora y el entorno.

Sesión 7: Ponte en mi lugar

La clase se dividirá en dos grandes grupos para llevar a cabo un debate que resuma los contenidos trabajados a lo largo de toda la secuencia didáctica.

Se propondrá un posible escenario que tiene lugar en El Rompido y afecta de manera directa o indirecta a la Flecha y al ecosistema en el que se encuentra. En este escenario, una gran empresa llega a la localidad y propone al Ayuntamiento construir un complejo turístico con hoteles, atracciones, campos de golf y supermercados, entre otros. Los alumnos se dividirán en dos grupos: uno debe pensar en 5 argumentos a favor de dicha propuesta, mientras que el otro grupo debe pensar en 5 argumentos en contra.

Tras la exposición de sus argumentos con los rebates, en el cuaderno de campo los estudiantes deberán redactar cómo se han sentido con sus planteamientos y cómo podrían defender la idea contraria de la que han estado defendiendo durante el debate.

Concluiremos las sesiones con un trabajo de empatía y conciencia social, que valore lo aprendido en esta situación de aprendizaje y ponga de relieve la importancia de mantener el patrimonio natural que nos rodea.

4.3. Instrumento de análisis y evaluación

Como instrumento de evaluación, se ha diseñado una rúbrica con 5 niveles de desempeño competencial del alumnado (tabla 1), tomando como referencia los criterios de evaluación detallados a continuación, en relación con cada una de las 7 sesiones (S).

Tabla 9. Valoración de lo aprendido. Procedimientos de evaluación del aprendizaje

Criterio Evaluación	Instrumentos	Niveles de desempeño				
		Insuficiente (1-4)	Suficiente (5-6)	Bien (6-7)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
2.1.a CMN	Cuaderno de campo S1					
2.2.a CMN	Cuaderno de campo S1, S2, S3					
5.1.a CMN	Cuaderno de campo S2, S6					
5.2.a CMN	Cuaderno de campo S7					
6.1.a CMN	Cuaderno de campo S3, S7					
1.2.a MAT	Cuaderno de campo S4, S5, S6					
2.1.a MAT	Cuaderno de campo S4, S5					
3.1.a MAT	Cuaderno de campo S5, S6					
5.2.a MAT	Cuaderno de campo S4, S7					
6.1.a MAT	Cuaderno de campo S4					

Criterios de evaluación de 5.º curso de conocimiento del medio natural, social y cultural (CMN)

- 2.1.a Demostrar y tratar de mantener la curiosidad sobre un tema relacionado con el medio natural, social o cultural propio de su entorno, formulando preguntas y realizando predicciones razonadas.
- 2.2.a Buscar, seleccionar y comenzar a utilizar mecanismos para contrastar información, de diferentes fuentes seguras y fiables [...].
- 5.1.a Identificar y describir las características, la organización y las propiedades de los elementos del medio natural, social y cultural, a través de metodologías de indagación [...].
- 5.2.a Establecer conexiones sencillas entre diferentes elementos del medio natural, social y cultural, mostrando comprensión de las relaciones que se establecen, visibilizando los problemas que generan uso del espacio, sus transformaciones, los cambios producidos por el ser humano [...].
- 6.1.a Identificar estilos de vida, sostenibles y consecuentes con el respeto, los cuidados y la protección de las personas y del planeta, a partir del análisis crítico de la intervención humana en el entorno.

Criterios de evaluación de 5.º curso de matemáticas (MAT)

- 1.2.a Comenzar a elaborar y mostrar representaciones matemáticas que ayuden en la búsqueda y elección de estrategias y herramientas para la resolución de una situación problematizada medioambiental o social.
- 2.1.a Comparar, comenzar a seleccionar y emplear diferentes estrategias para resolver un problema, tomando decisiones, aplicándose la resolución y justificando la estrategia seleccionada.
- 3.1.a Comenzar a formular conjeturas, matemáticas sencillas, investigando, patrones, propiedades y relaciones de forma guiada [...].
- 5.2.a Comenzar a utilizar las conexiones entre las matemáticas, otras áreas y la vida cotidiana para resolver problemas en contextos no matemáticos [...].
- 6.1.a Comenzar a interpretar el lenguaje matemático sencillo, presente en la vida cotidiana [...].

Asimismo, de cara al cierre de trimestre, en la sesión de evaluación con el resto del equipo docente, se tuvieron en cuenta los siguientes puntos para la valoración de la situación de aprendizaje:

- Evaluación en el equipo docente del plan de atención a la diversidad y el funcionamiento de las medidas y recursos. Acta y análisis del trimestre.
- Procedimientos de evaluación de la práctica docente: tomando como indicadores la valoración de la planificación, la organización de los tiempos, espacios y materiales, y la adecuación de las sesiones y medidas de refuerzo.

5. Análisis y discusión

El dinamismo constante de la Flecha del Rompido y las consecuencias que esto provoca en la vida de los vecinos y turistas, así como en la biodiversidad de la zona, hicieron que los estudiantes se mostraran realmente interesados por la temática.

Partiendo de una situación que tiene como base la indagación por parte de los niños y niñas (sesión 1), y, además, centrada en su contexto más cercano (Van Uum *et al.*, 2016), encontramos de gran utilidad la intervención del agente de Medioambiente (sesión 2), con la que el alumnado tuvo la oportunidad de aprender cuál es la biodiversidad de su entorno (criterio 2.1.a.), más allá de conocer la abundante presencia de atún como algunos estudiantes referían.

Con relación a la descripción de características de elementos del medio natural como el crecimiento de la Flecha, el alumnado se mostró realmente entusiasmado con el cambio generacional que ha sufrido la localidad (sesión 3) y sobre el aumento longitudinal en los últimos 50 años, aproximadamente (sesión 4).

Asimismo, los estudiantes trabajaron la medida de longitud con instrumentos y unidades no convencionales, lo que empoderó su creatividad, en tanto que fueron ellos los que decidieron con qué unidades medir transversalmente un tramo de la Flecha (sesión 6).

Con relación a la biodiversidad de la flora que habita en la Flecha, los estudiantes tuvieron la oportunidad a partir de una salida de aula, de conocer especies propias de zonas donde las condiciones no son las óptimas, así como el lugar que estas ocupan con relación a la distancia del mar. Esto fue gracias a la consecución del transecto que realizaron *in situ* en la Flecha (criterio 3.1.a.).

Finalmente, se refuerza la idea del respeto y la protección del planeta y de los espacios naturales, teniendo en cuenta la intervención de los humanos en eso, como ocurrió en la sesión 7 con el debate final.

6. Conclusiones

Crear un ambiente de aula enriquecedor y estimulante implica acercar el contexto al alumnado, como es el caso de la Flecha del Rompido, un accidente geológico ubicado en la propia localidad del centro educativo.

Este enfoque integra los contenidos de matemáticas y conocimiento del medio natural, social y cultural para responder a preguntas relacionadas con el fenómeno estudiado de manera conjunta. De matemáticas, se utiliza el concepto de *escala*, permitiendo a los estudiantes entenderla como un factor multiplicativo, sin depender de unidades de medida y superando, así, las dificultades en su comprensión. Simultáneamente, en ciencias, el estudio de la biodiversidad se apoya en este mismo principio matemático, utilizando la proporción para representar con precisión la diversidad de la flora. De esta forma, ambos campos se entrelazan, dotando de significado y contexto a los aprendizajes. Además, la integración se da de modo natural, pues son necesarios conocimientos de ambas disciplinas para analizar el objeto estudio.

Asimismo, la propuesta tiene como objetivo que los estudiantes conozcan la singularidad de su entorno y las amenazas a las que se enfrenta, y que puedan posicionarse de manera crítica valorando los pros y contras que acontece.

El trabajo colaborativo entre la maestra y los expertos en didáctica ha sido fundamental para dar sentido a esta propuesta educativa, que pretendía, a su vez, estrechar la brecha existente entre la investigación académica y la práctica educativa.

7. Referencias

- Castellanos, E. M. y Luque, C. J. (2021). Ecología del litoral onubense (I): marismas mareales. En: R. Torronteras (ed.). *Biología de Huelva: Naturaleza, Biodiversidad, Bioindicadores y Biomarcadores* (pp. 379-416). Universidad de Huelva.
- Choi, Y. y Lee, H. (2021). Exploring the effects of implementing a research-based SSI program on students' understanding of SSI and willingness to act. *Asia-Pacific Science Education*, 7(2), 477-499. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10033>
- Luque, C. J. y Castellanos, E. M. (2021). Ecología del litoral onubense (II): sistemas dunares. En: R. Torronteras (ed.). *Biología de Huelva: Naturaleza, Biodiversidad, Bioindicadores y Biomarcadores* (pp. 417-454). Universidad de Huelva.

- Macalalag, A. Z., Johnson, J. y Lai, M. (2019). How do we do this: learning how to teach socioscientific issues. *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 389-413. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09944-9>
- Mestre-Runge, C., Pieras-Sagardoy, J. y Rosselló-Melis, R. (2016). Anàlisi diacrònica (1956-2010) de la fletxa litoral de El Rompido (Huelva) a través de SIG:afecció antròpica en la seva evolució morfosedimentària. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 59, 129-145.
- Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre las diferentes etapas educativas.
- Perales, F. J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Marfil.
- Ramírez-Juidias, E. y Amaro-Mellado, J. (2023). Prediction of erosive processes in the Río Piedras and Flecha de El Rompido salt marsh (Huelva, Spain) using iterative models and Gis. *Limnological Review*, 23(3), 190-202. <https://doi.org/10.3390/limnolrev23030012>
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299. <http://hdl.handle.net/10498/19218>
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42. <https://doi.org/10.1080/03057260802681839>
- Stehle, S. M. y Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0192-1>
- Su, K. (2021). Implementation of SSI concept mapping as a dynamic learning environment to enhance students' scientific performance. *Journal of Baltic Science Education*, 20(6), 969-982. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.969>
- Valente, B., Maurício, P. y De Faria, C. B. M. (2022). The influence of real-context scientific activities on preservice elementary teachers' thinking and practice of nature of science and scientific inquiry. *Science & Education*, 33(1), 5-27. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00377-5>
- Vallés, S. M., Fernández, J. B. G. y Capiello, C. M. D. (2009). Estudio florístico de la flecha litoral de El Rompido (Lepe, Huelva) análisis y catálogo de la flora vascular de los sistemas de duna y marisma. *Lagascalía*, 29(1), 43-88. <http://institucional.us.es/revistas/lagascalía/29/Lagascalía%2029-4.pdf>
- Van Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P. y Peeters, M. (2016). Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers.

International Journal of Science Education, 38(3), 450-469. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1147660>

Zhu, J., Tian, S. y Wang, Z. (2023). Integration of Mathematics and Science in Chinese Primary Schools: Current Situation and Challenges. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(S1), 159-180. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10356-z>

8. Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto «La controversia sociocientífica del Río Tinto como recurso para la generación de identidad en los estudiantes: ¿Conservar o restaurar?», aprobado en la convocatoria 2022/2023 para proyectos de innovación docente e investigación educativa de la Universidad de Huelva. Así es parte del proyecto I+D+i «Patrimonios controversiales para la formación ecosocial de la ciudadanía. Una investigación de educación patrimonial en la enseñanza reglada (EPITEC2)» (PID2020-116662GB-I00), financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033, y del proyecto I+D+i «Conocimiento especializado en la formación del profesorado de matemáticas, ciencias experimentales y ciencias sociales (MTSK-STSK-SCTSK)» (ProyExcel_00297), de la convocatoria de subvenciones a proyectos I+D+i universidades y entidades públicas de investigación 2021 de la Junta de Andalucía, y se enmarca en el Centro de Investigación en Pensamiento Contemporáneo e Innovación para el Desarrollo Social (COIDESO) y del grupo DESYM (HUM-168) de la Universidad de Huelva.

Por último, queríamos agradecer su participación al equipo docente del colegio CEIP Virgen del Carmen de El Rompido, Cartaya.