

Secuencia didáctica sobre el fenómeno de las mareas: Guía del profesor

Armario, M., Jiménez-Tenorio, N. y Oliva, J.M
Universidad de Cádiz

El propósito de estas actividades es favorecer la comprensión del fenómeno de las mareas desde un punto descriptivo y causal. El objetivo final de esta secuencia de enseñanza-aprendizaje es la elaboración de un modelo de ciencia escolar simplificado en el que la Tierra no tiene continentes y está cubierta por una hidrosfera que la envuelve. La fuerza gravitacional ejercida por la Luna, y en menor medida por el Sol, deforma el planeta y sus océanos, dando como resultado una masa de agua (con la Tierra en su interior) de forma elipsoide con dos “protuberancias”, una a cada lado de la Tierra. Esta deformación se debe a la diferencia de fuerzas generada entre los puntos de la superficie del planeta más cercanos y más distantes con respecto a la Luna. Estas fuerzas atractivas no llegan a provocar un acercamiento progresivo entre la Tierra y la Luna, debido a que, en realidad, ambos astros no están estáticos, sino que se trasladan orbitalmente en torno al centro de masas del sistema Tierra-Luna (T-L).

La deformación resultante provoca ciclos de mareas de aproximadamente 12 h, ya que la Tierra gira sobre su eje una vez cada 24 h. Esto implica la existencia de dos ciclos mareales por día y que, en puntos de la misma latitud situados en lados opuestos del globo (es decir, separados por 180° de longitud), la altura y el sentido del cambio de la marea sean el mismo.

Se trata de una representación estática y muy simplificada, ya que la rotación del sistema T-L en su conjunto genera un efecto de arrastre sobre las dos protuberancias, con el resultado de que ambas no quedan alineadas según la línea imaginaria que une la Tierra con la Luna. Además, la existencia de los continentes impide el desplazamiento lateral uniforme del agua de los océanos hacia los dos lados del planeta. Por tanto, el patrón global de mareas es el resultado de muchos factores, incluida la profundidad y la forma de las cuencas oceánicas, la fricción producida por el fondo marino irregular y la topografía de las costas. De hecho, debido a estos factores, hay lugares en el planeta que experimentan solo un ciclo de mareas por día.

Sin embargo, trabajar con un modelo científico tan complejo va más allá de los objetivos de esta propuesta. Por ello, recurrimos a una versión simplificada del modelo científico como la esbozada anteriormente para nuestro diseño, que permite una primera comprensión del fenómeno y la realización de predicciones.

Esta microsecuencia es aconsejable realizarla después de trabajar otros contenidos estructurantes como el concepto de gravedad.

Cuestionario sobre el fenómeno de las mareas

El objetivo de este *cuestionario* es la exploración y explicitación de las ideas iniciales de los alumnos sobre el fenómeno de las mareas. Se recomienda realizar una puesta en común de dichas ideas tras la cumplimentación del cuestionario con el fin de hacer visible la variedad de ideas existentes entre el alumnado, sin revelar las respuestas correctas. Conviene que el docente haga hincapié en la realización de modelos gráficos explicativos (dibujos) sobre el fenómeno de las mareas, ya que estos serán empleados en la siguiente actividad.

Datos iniciales

Nombre y apellidos:

Edad:

Sexo: mujer/hombre:

Curso:

Centro:

Localidad:

¿Con qué frecuencia vas a la playa o tienes contacto con el mar?

¿Tienes alguna afición relacionada con el mar? (Ej: pescar, mariscar, surf...) Indica cuáles.
¿Y tu familia?

Cuando pasas un día completo en la playa vas observando cambios a tu alrededor.
¿Podrías mencionar algunos que te parezcan relevantes desde el punto de vista científico?

¿Te gustaría saber más sobre estos cambios?

Cuestionario

1. ¿Qué son las mareas?
2. ¿Cada cuánto tiempo se producen?
3. ¿Las subidas y bajadas de marea son iguales en todas las partes del mundo?
4. ¿Crees que tienen las mareas algo que ver con otros fenómenos que conozcas?
Si es así, indica con cuáles y explica por qué lo crees.
5. ¿Por qué se producen las mareas? Utiliza tus palabras y realiza un dibujo que te ayude en la explicación.
6. Si en el punto de la Tierra señalado con un círculo la marea es alta, ¿Cómo será el nivel del mar en el punto opuesto de la misma, justo donde aparece el triángulo? Explícalo con tus palabras y realiza un dibujo.



7. Un pescador llega a la playa a las 20:00 y observa que el nivel del mar está bajando. Si pasa toda la noche allí, ¿Cuál será el nivel del mar a las 8:00? Explícalo
8. ¿Habría marea en la Luna si tuviera océanos? Explícalo

1. ¿Conocemos las mareas?

Objetivo: Las intenciones didácticas de esta actividad son, por un lado, introducir nuevas visiones sobre el modelo de las mareas, sobre todo desde el punto de vista astronómico para romper con la idea topocéntrica de representación del fenómeno de las mareas desde un punto de vista local a nivel de orilla del mar, y por otro, tomar conciencia del uso de modelos, pues trabajan con los dibujos elaborados en el cuestionario inicial. Se recomienda hacer hincapié en la reflexión sobre los puntos en común y los diferenciadores del análisis de los dibujos de los estudiantes.

1.1 Para comenzar a averiguarlo, analizad los dibujos y explicaciones del cuestionario inicial de cada uno de los miembros del grupo, haciendo especial hincapié a las preguntas 1, 2 y 5. ¿Encontráis semejanzas entre ellos? Intentad hacer grupos con aquellos dibujos que tengan características comunes.

1.1.1 Una vez agrupados, completad esta tabla reflejando dichas características.

Dibujo y/o explicación representativa	Característica

1.1.2 ¿Observáis distintos grados de complejidad en los dibujos? ¿Por qué?

En este caso se pretende llegar a la idea de itinerario de progresión de las ideas, para así ser conscientes de la existencia de ideas o modelos más simples y otros más complejos. Así se marcará el objetivo a alcanzar a través de esta secuencia de aprendizaje (adquisición del modelo escolar de referencia descrito al inicio de esta guía).

1.2 ¿Encontráis relación entre la clasificación realizada y algún contenido visto en la asignatura? ¿Cuál?

1.3 Relaciona este avance de complejidad con la evolución de la comprensión del fenómeno de las mareas a lo largo de la historia de la ciencia.

La pregunta se plantea con el fin de establecer paralelismo histórico entre las dificultades encontradas por los grandes pensadores a la hora de explicar el fenómeno de las mareas y las dificultades que los estudiantes encontraron al dar respuesta al cuestionario inicial.

2. ¿Cada cuánto?

Objetivo: esta sesión tiene el objetivo de ayudar en la toma de consciencia sobre la periodicidad del fenómeno. Es decir, aspira a que el alumnado, a través de la representación gráfica de la oscilación del nivel del mar a lo largo de 24 h, observe que existe un cambio de estado de marea cada 6 h aproximadamente (2 pleamares y 2 bajamares al cabo de 24 h).

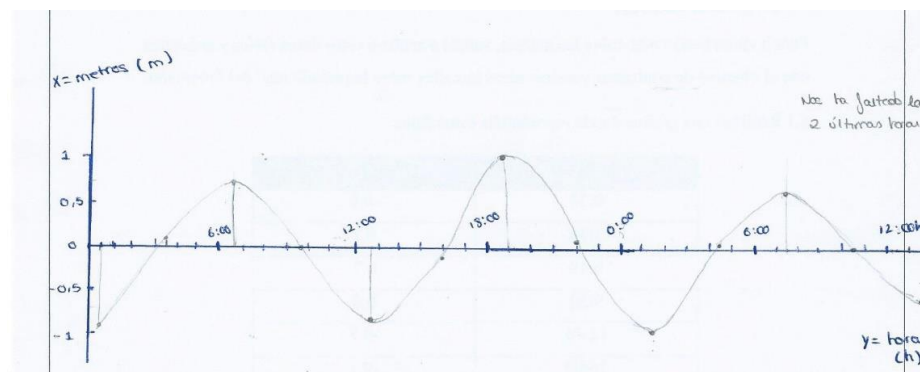
Para ir entendiendo más sobre las mareas, vamos a analizar estos datos reales y concretos con el objetivo de contrastar vuestras ideas iniciales sobre la periodicidad del fenómeno.

2.1 Realizad una gráfica donde representéis estos datos.

Tiempo (h)	Altura del nivel del mar (m)
0:34	-0.9
3:30	0.1
6:49	0.7
9:50	0.0
12:45	-0.7

16:00	-0.1
19:02	0.8
22:00	0.1
1:17	-0.8
4:30	0.1
7:33	0.6
10:30	0.0
13:29	-0.6
17:00	-0.1
19:48	0.7

2.2 Con los resultados obtenidos, intentad concluir cada cuánto tiempo se producen las mareas y cuántas mareas se producen al día (24 h). Comparadlo con las respuestas dadas en vuestros cuestionarios iniciales (responded de forma individual).



NOTA: se recomienda trabajar aspectos propios de la representación gráfica tales como la necesidad de señalar los ejes y las unidades o la reflexión sobre qué unidad debe ser representada en un eje, según el objetivo que queramos alcanzar.

3. Hagamos nuestro modelo

Objetivo: el desarrollo de esta sesión tiene como objetivo el alcance de dos principales intenciones didácticas. De un lado, la explicitación del efecto lunar sobre la masa oceánica de la Tierra, explicitando de esta forma el mecanismo causal que genera el fenómeno de las mareas y del otro, la confrontación entre las conclusiones anteriores y los modelos representados, con el fin de reconstruir un modelo cada vez

más complejo y hacer visible dicha progresión. Esto ayudará a detectar necesidades persistentes y a aumentar la motivación del alumnado al ver su progresión en el aprendizaje.

El movimiento del agua y el fenómeno de las mareas han sido conceptos que albergan, desde sus inicios, una gran importancia en la historia de la ciencia. Ya sobre el 330 a.C, el explorador Phytheas estableció una relación directa entre las mareas y la Luna, señalando que dicho suceso natural se producía gracias a la atracción lunar. Fueron muchos los pensadores que dedicaron parte de sus reflexiones a este tema, como Galileo, que usó las mareas como argumento clave en la definición del movimiento de la Tierra en el espacio o Newton, responsable de dar solución científica al fenómeno a través de la Ley de Gravitación Universal la cual dice:

La fuerza ejercida entre los dos cuerpos separados por una distancia es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, es decir:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

3.1 Como vemos, la relación entre la Luna y el fenómeno de las mareas no es algo fácil de comprender. Por eso, a partir de ahora vamos a centrarnos en este aspecto. ¿Cómo creéis que afecta la Luna a la masa de agua de la Tierra? Dibujadla a través de estos dos elementos. Justificad vuestra respuesta.



Se pretende que dibujen dos abultamientos mareales, uno a cada lado del polo. No obstante, la respuesta más común en este punto de la secuencia es el dibujo de un único abultamiento en la parte de la Tierra más próxima a la Luna.

3.2 Una vez representada, ¿es acorde vuestro dibujo a las conclusiones que llegamos en la sesión anterior sobre la periodicidad de las mareas? ¿Por qué?

El objetivo de esta actividad es que hagan correr el modelo construido (generalmente el de un solo abultamiento) a lo largo de 24 h. En el proceso los estudiantes podrán ver que los resultados de este modelo no son coherentes con la periodicidad del fenómeno que trabajamos en la sesión anterior (2 pleamares y 2 bajamares al cabo de 24 h). Así, detectarán la necesidad de buscar un modelo alternativo.

3.3 En caso de no serlo, ¿cómo debería ser el dibujo? Representad de nuevo el sistema Tierra-Luna, indicando y argumentando los cambios realizados en este segundo dibujo.

Una vez detectada la necesidad, se recomienda hacer hincapié en la fórmula de la Ley de Gravitación Universal. Se pretende que el alumnado (con la ayuda del docente si no lo consiguen por ellos mismos), den valores (no tienen por qué ser reales, pero sí es importante que sean a escala) a las diferentes variables para comprobar cuánta fuerza se ejerce en los distintos puntos de la Tierra, y a partir de ahí discutir sobre el número de abultamientos que se producen en la Tierra en un mismo momento. El objetivo final es que lleguen a un modelo de dos abultamientos mareales, aunque aún no conozcan el mecanismo por el que se generan dichos abultamientos.

Como habéis comprobado, es difícil visualizar algo tan abstracto. Ya sabéis que este mismo problema lo tuvieron los astrónomos a lo largo de la historia. Vamos a ponernos ahora en su papel, intentando comprender la Ley de Gravitación universal y la causa del fenómeno de las mareas a través de tres analogías.

El propósito de estas tres analogías es visibilizar y favorecer la comprensión de la causa de la generación de los abultamientos mareales (gradiente de fuerza). Estas microsecuencias son aconsejables realizarlas primero de manera individual y posteriormente, trabajarla en grupos. Finalmente, se realizará una puesta en común en la que cada grupo expondrá las respuestas ofrecidas para cada actividad. El desarrollo de cada secuencia de actividades analógicas se realizará a través de las siguientes fases:

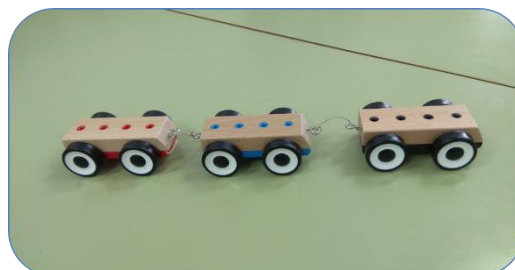
Introducción del objeto (contenidos a trabajar) → Presentación del análogo (elemento con el que se comparan los contenidos) → Identificación de aspectos comunes entre el objeto y el análogo → Explicitación de similitudes entre análogo y objeto → Elaboración de conclusiones → Análisis de las limitaciones.

4. Muelle e imán (analogía 1)

NOTA: La fase de introducción del objeto no se desarrolla explícitamente pues estas actividades analógicas están enmarcadas dentro de una secuencia de actividades dirigida en su totalidad a la comprensión del fenómeno de las mareas.

Presentación del análogo

Para llevar a cabo la primera de ellas, disponéis de un imán y un muelle. Colocad estos recursos de tal manera que os permitan comparar este sistema con el de Tierra-Luna.



- 4.1 Mover el imán hacia el muelle evitando que los dos se junten (ayudaros de las pinzas), ¿Qué observáis? Explicadlo y dibujadlo antes y después de moverlo.

Las intenciones didácticas de esta actividad son, por un lado, visualizar los dos abultamientos mareales a través del estiramiento del muelle, y por otro, crear conflicto con las ideas intuitivas de los estudiantes, pues lo común es que presten más atención a la atracción del lado del muelle más cercano al imán, que al otro extremo (idea coherente con su modelo inicial de un solo abultamiento mareal).

Cada alumno/a debe manipular los materiales de manera individual. Conviene que el docente haga hincapié en el extremo del muelle más alejado del imán para redirigir su atención hacia ese punto.

Identificación de aspectos comunes entre el objeto y el análogo

- 4.2 ¿Qué características tienen en común el sistema T-L y el sistema muelle-imán?

Objetivo: Establecer asociaciones entre los elementos del objeto y del análogo para dejar patente la similitud entre el sistema muelle-imán y el sistema T-L. Se trata de una analogía funcional. Esta actividad se realiza atendiendo a las respuestas dadas por el alumno en la actividad anterior.

Explicitación de similitudes entre análogo y objeto

- 4.3 ¿Qué relación existe entre el imán y la Luna? ¿Y entre el muelle y la Tierra?

Se espera que el alumnado asocie el papel que posee la Luna en el sistema T-L para la generación de los abultamientos mareales, con el papel que desarrolla el imán en el sistema imán-muelle. Así, tanto la Luna como el imán generan fuerza con distinta

intensidad en distintos puntos de la Tierra/muelle. A nivel cuantitativo podríamos decir que el lado de la Tierra (muelle) más cercano a la Luna (imán) se produciría tres de fuerza, en el caso del punto intermedio, 2, y en el caso del extremo más alejado de la Luna (imán), sólo uno. Este diferencial de fuerza es el que generaría los dos abultamientos mareales.

Análisis de las limitaciones

4.4 ¿Qué diferencias?

Al ser una analogía funcional, las limitaciones se encontrarán sobre todo en los aspectos físicos de los objetos y los análogos. Por otro lado, la representación realizada es estática, por lo que conviene recordar al alumnado la necesidad de pensar constantemente en un modelo dinámico donde no solo afectan estos dos astros.

Por último, una limitación exclusiva de esta comparación analógica es la necesidad de emplear una pinza que sujete el muelle. Se aconseja hacer hincapié en que este elemento NO es un análogo, sino una herramienta para facilitar la visualización del estiramiento.

NOTA: La fase de introducción del objeto no se desarrolla explícitamente pues estas actividades analógicas están enmarcadas dentro de una secuencia de actividades dirigida en su totalidad a la comprensión del fenómeno de las mareas.

5. Tren de carritos (analogía 2)

Presentación del análogo

Para comprender aún mejor el mecanismo por el cual se produce el fenómeno, sigamos el proceso anterior, pero esta vez utilizando el sistema de carritos.

5.1 Disponed el sistema encima de un papel y señalad la posición de cada uno de los carritos. Después tirad de un extremo y volved a señalar la posición de los mismos. ¿Qué observáis? Explicad y dibujad las dos situaciones.

Objetivo: *esta actividad comparte la misma intención didáctica que la analogía anterior, es decir, favorecer la comprensión de la generación de los dos abultamientos mareales. En este caso, a través del estiramiento del tren de carritos producido por el empuje de la mano.*

Cada alumno/a debe manipular el tren de carritos de manera individual. Conviene que el docente haga hincapié en señalar el desplazamiento de los carritos en el papel, con el fin de observar la diferencia en el desplazamiento de los mismos (y, por tanto, la diferencia de fuerza).

Identificación de aspectos comunes entre el objeto y el análogo

5.2 ¿Qué características tienen en común el sistema T-L y el sistema de carritos?

Objetivo: Establecer asociaciones entre los elementos del objeto y del análogo, para dejar patente la similitud entre el tren de carritos y la mano, y el sistema T-L. Es importante tener en cuenta que esta analogía está formada por más elementos, pues la Tierra en vez de ser representada por un solo elemento como en la analogía anterior (muelle), es representada por tres carritos. Esto puede generar confusión y llevar a interpretaciones donde los carritos en sí mismos representan la Tierra, la Luna y el Sol. También se trata de una analogía funcional.

Esta actividad se realiza atendiendo a las respuestas dadas por el alumno en la actividad anterior.

Explicitación de similitudes entre análogo y objeto

5.3 Dentro del sistema ¿qué representa la Tierra? ¿Y la Luna? Justificad la respuesta. *Se espera que el alumnado asocie el papel que posee la Luna en el sistema T-L para la generación de los abultamientos mareales, con el papel que desarrolla la mano en el sistema carritos-mano. Así, tanto la Luna como la mano generan fuerza con distinta intensidad en distintos puntos de la Tierra/carritos de juguete. A nivel cuantitativo podríamos decir que el lado de la Tierra (carrito azul o rojo en función de lo que se establezca) más cercano a la Luna (mano) se produciría tres de fuerza, en el caso del punto intermedio (carrito negro), 2, y en el caso del extremo más alejado (carrito azul o rojo en función de lo que se establezca) de la Luna (mano), sólo uno. Este diferencial de fuerza es el que generaría los dos abultamientos mareales y, por tanto, el fenómeno de las mareas.*

Análisis de las limitaciones

5.4 ¿Qué diferencias detectáis entre los dos sistemas?

Al ser una analogía funcional las limitaciones se encontrarán sobre todo en los aspectos físicos de los objetos y los análogos. Por otro lado, la representación

realizada es estática, por lo que conviene recordar al alumnado la necesidad de pensar constantemente en un modelo dinámico donde no solo afectan estos dos astros.

Por último, y aunque no es una limitación de la comparación establecida, el paso de una analogía donde se establece una comparación 1-1, a una donde se realiza una comparación 1-3 puede suponer un obstáculo en el aprendizaje del alumnado.

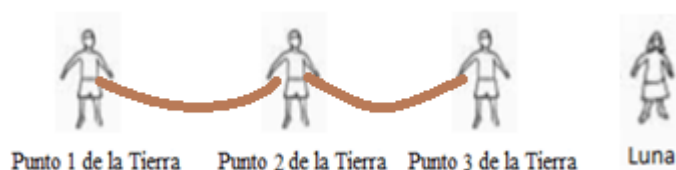
NOTA: La fase de introducción del objeto no se desarrolla explícitamente pues estas actividades analógicas están enmarcadas dentro de una secuencia de actividades dirigida en su totalidad a la comprensión del fenómeno de las mareas.

6. ¡Ponte en situación! (analogía 3)

Presentación del análogo

Para revisar lo aprendido hasta el momento y reforzar aquello en lo que todavía tengáis dudas, realizad una representación donde veréis el comportamiento del sistema T-L en relación al fenómeno de las mareas. Para ello, tendréis que repartir los siguientes papeles y disponerlos como lo indica la imagen:

- a) Punto 1 de la Tierra
- b) Punto 2 de la Tierra
- c) Punto 3 de la Tierra
- d) Luna



6.1 Ahora, y teniendo en cuenta el enunciado de la Ley de Gravitación Universal (a mayor distancia menor fuerza) debéis desplazaros hacia la Luna (el satélite permanecerá quieto). ¿Se desplazará lo mismo el punto 1 de la Tierra que el punto 2? ¿y el punto 3? ¿Por qué?

Objetivo: esta actividad comparte la misma intención didáctica que la analogía anterior, es decir, favorecer la comprensión de la generación de los dos abultamientos mareales. En este caso, a través de la interpretación de los papeles de la Tierra y la Luna en el fenómeno de las mareas.

Cada alumno/a debe moverse de acuerdo al papel que le toque representar. Es importante que los estudiantes que no estén participando activamente en la representación reflexionen y participen en el debate generado por los otros

compañeros. Así, potenciaremos una integración de todos los compañeros de un grupo de trabajo.

Elaboración de conclusiones

6.2 Entonces, ¿cómo afecta la Ley de Gravitación Universal a las mareas?

En esta ocasión el alumno debe hacer explícitos los conocimientos que ha adquirido gracias al desarrollo de las analogías, es decir, la generación de los abultamientos mareales gracias al diferencial de fuerzas ocasionado por la Ley de Gravitación Universal. Para su explicitación el alumno puede aprovechar las comparaciones establecidas en las distintas analogías. Además, gracias a esta actividad el profesor podrá evaluar el alcance de los contenidos científicos puestos en juego en el desarrollo de esta analogía múltiple.

Identificación de aspectos comunes entre el objeto y el análogo

6.3 ¿Qué características tienen en común el sistema T-L y la personificación que acabáis de realizar?

Objetivo: Establecer asociaciones entre los elementos del objeto y del análogo para dejar patente la similitud entre el papel de los estudiantes en la personificación, y el papel de la Tierra y la Luna en el sistema T-L para la generación del fenómeno de las mareas.

Se trata de otra analogía funcional y es importante tener en cuenta que en esta ocasión el objetivo está en enfatizar la existencia de un diferencial de fuerzas entre los distintos puntos de la Tierra que supone la causa de los dos abultamientos mareales.

Esta actividad se realiza atendiendo a las respuestas dadas por el alumno en la actividad anterior.

Análisis de las limitaciones

6.4 ¿Qué diferencias observáis entre ellos?

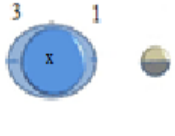
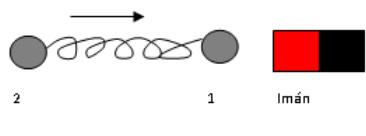
Al ser una analogía funcional, las limitaciones se encontrarán sobre todo en los aspectos físicos de los objetos y los análogos. Por otro lado, aunque la representación es dinámica, sólo se representan los papeles de la Tierra y la Luna, obviando otros muy importantes para el fenómeno como el Sol. Por ello, conviene recordar al

alumnado la necesidad de pensar constantemente que este modelo de ciencia escolar es una simplificación de un modelo científico mucho más complejo.

7. Diagrama de correspondencia

Objetivo: la principal intención didáctica de esta actividad es realizar una síntesis sobre la causa de los dos abultamientos mareales a través del análisis y comparación de los análogos empleados en las analogías anteriores. Así, no solo sintetizaremos el contenido científico sobre la generación de los abultamientos mareales, sino que ayudaremos a desarrollar el pensamiento analógico y modelizador de los estudiantes.

A modo de síntesis, completad la siguiente tabla comparando las tres analogías anteriores.

			
Abultamiento 1	Punto 1 del muelle	Carrito negro	Punto 3 de la Tierra
Planeta Tierra	Punto medio del muelle	Carrito azul	Punto 2 de la Tierra
Abultamiento 2	Punto 2 del muelle	Carrito rojo	Punto 1 de la Tierra
Luna	Imán	Mano	Alumno Luna
Gradiente de fuerza (fenómeno de las mareas)	Estiramiento del muelle	Desplazamiento desigual del sistema	Estiramiento de las cuerdas

Como hemos podido comprobar, el punto 1 del muelle se ve más atraído por el imán que el punto 2. Algo parecido ocurre en la Tierra cuando se producen las mareas.

7.1 Tras estas tres analogías ¿podrías explicar cuál es la causa del fenómeno de las mareas? Intentad no explicarlo a través de ninguno de estos tres ejemplos.

Una vez más el alumno debe hacer explícitos los conocimientos que ha adquirido gracias al desarrollo de las analogías, es decir, la generación de los abultamientos

mareales gracias al diferencial de fuerzas ocasionado por la Ley de Gravitación Universal. No obstante, en esta ocasión debe intentar construir el modelo escolar lo más detallada y científicamente posible, sin hacer uso de ninguna de las comparaciones anteriores. El objetivo es que empleen el vocabulario científico en la construcción de su modelo escolar sobre el fenómeno de las mareas.

8. ¿Qué pasaría?

Objetivo: la principal intención didáctica de esta actividad es introducir el Sol en el sistema T-L como parte fundamental en la generación del fenómeno de las mareas. Esto se hará a través de un experimento mental.

8.1 Reflexionad y responded a las siguientes preguntas primero de manera individual (adjuntándolo al portafolios) y posteriormente de manera grupal en este espacio.
¿Qué pasaría si en el sistema Tierra-Luna interviniera también el Sol? ¿Qué efecto provocaría en el fenómeno de las mareas? Explicadlo.

Con esta pregunta se pretende hacer correr mentalmente el modelo reconstruido en la sesión anterior con un nuevo elemento, el Sol. El objetivo es que el alumnado, de manera individual, incluya el Sol dentro del sistema y discuta sobre el resultado de la Ley de Gravitación Universal. Es decir, debe analizar si la fuerza generada aumenta, disminuye o no se modifica con la intervención del Sol.

8.2 A continuación, analizad los siguientes extractos de noticias y contestad a las cuestiones:

- https://elpais.com/internacional/2015/03/21/actualidad/1426936421_386677.html
- http://www.rtpa.es/asturias:LLegan-las-Mareas-de-San-Agustin-a-la-costa-asturiana_111314705267.html
- https://www.lavozdegalicia.es/noticia/coruna/coruna/2017/06/23/instrucciones-uso-san-juan-abreviado-mareas-vivas/0003_201706H23C2991.htm

En las noticias se incluye información acerca de los fenómenos generados por la intervención del Sol en el fenómeno de las mareas, es decir, las mareas vivas y muertas. Es importante tener en cuenta que en los extractos de las noticias no se explicita la generación de las mareas vivas y muertas o la intervención del Sol en el sistema. Esto es algo que se debe discutir y conceptualizar entre los integrantes de cada grupo.

8.2.1 ¿Qué nombres reciben estos efectos? Explicad el proceso por el que se producen estos fenómenos. Realizad dibujos para ayudaros en la explicación.

Comprobad la respuesta con la siguiente simulación:
https://oceanservice.noaa.gov/education/kits/tides/media/supp_tide06a.html

Con esta simulación se pretende comprobar las conclusiones del experimento mental. Llegado este punto, muchos alumnos intentan obviar la visualización de la simulación al tener un modelo bastante consolidado. Se recomienda encarecidamente que la vean y analicen con detenimiento, pues esto ayudará a la construcción del modelo gráfico, esencial para la siguiente sesión.

8.2.2. ¿Fue correcta la respuesta inicial que distéis? ¿Por qué?

En esta ocasión el objetivo es tomar conciencia de las diferencias dadas entre el modelo inicial (antes del experimento mental) y el actual, para así reflexionar sobre la utilidad de este tipo de recursos y sobre las capacidades metacognitivas que se ponen en juego con este tipo de recursos.

9. Sol, Tierra, mar y ¡A dibujar!

Objetivo: reconstruir el modelo explicativo sobre el fenómeno de las mareas integrando todo el contenido trabajado a lo largo de la secuencia de enseñanza-aprendizaje. Esto es: a) Definición del fenómeno de las mareas. Distinción entre pleamar y bajamar, b) Periodicidad del fenómeno, c) Conceptualización astronómica, d) Causa del fenómeno. Aplicación de la Ley de Gravitación Universal, e) Fenómenos de mareas vivas y muertas.

Conociendo ya el papel del Sol en el fenómeno de las mareas, ha llegado el momento de reconstruir vuestros modelos explicativos sobre la causa del mismo. Para ello, realizad un (o unos) dibujo/os y un modelo tridimensional con plastilina, donde reflejéis todo lo aprendido hasta el momento. Si tenéis que aclarar algo por escrito hacedlo sobre el/los dibujo/os.

Con el fin de obtener los dibujos más elaborados posibles, es conveniente dejar al alumnado una sesión completa para la elaboración de los modelos grupales. Se

recomienda ofrecer diferentes materiales de papelería (rotuladores, lápices de colores, papel de color, cartulinas, pegamento, tijeras, etc.) con el fin de ayudarles en el proceso creativo. A su vez, es importante recalcar que el modelo generado es grupal, por lo que deben participar activamente todos los miembros del grupo.

10. ¡Hora de aplicar el conocimiento!

Objetivo: poner en uso los modelos generados a través de la predicción de sucesos en contextos diferentes a los trabajados hasta ahora en la secuencia.

Entre todos intentad resolver el siguiente problema:

El nieto de Manuel (mariscador) quiere darle una sorpresa a su abuelo. Lo único que sabe sobre el horario de éste es que ayer se volvió de mariscar a las 18:00, cuando la marea estaba alta. ¿A qué hora, aproximadamente, tendrá que ir el próximo día para encontrar a su abuelo en la playa?

Se espera que los estudiantes empleen el conocimiento sobre la periodicidad del fenómeno estudiada (un cambio de marea aproximadamente cada 6 h) y respondan que el nieto puede ir a ver al abuelo a las 12:00 de la mañana, hora en la que la marea se prevé que estará baja.

Un punto importante en este problema es que los estudiantes deben saber que sólo se puede mariscar cuando la marea está baja. Este es un dato que no tienen por qué saber, por lo que el docente puede compartirlo con los estudiantes en el caso en el que observe cierta confusión al respecto.

11. ¿Son las tormentas causantes de las mareas?

Objetivo: la principal intención didáctica de esta sesión es reflexionar sobre los agentes potenciadores de las mareas, pero no causantes de estas como las tormentas, la geomorfología oceánica-litoral, o la climatología. Así, se intenta romper con unas de las concepciones alternativas más comunes entre el alumnado: el viento es uno de los causantes del fenómeno de las mareas.

Aunque tras estas semanas la respuesta parece fácil, ésta es una de las concepciones más típicas de la causalidad de las mareas. Para hacer aún más firme vuestro modelo sobre el fenómeno, reflexionad sobre los siguientes aspectos:

11.1 ¿Sigue habiendo marea en los días soleados? Justificad vuestra respuesta.

Se pretende que el alumnado emplee como principal argumento el gradiente de fuerzas generado entre los elementos del sistema S-T-L como principal causa del fenómeno de las mareas. Con esto se espera que abandonen la idea de que las tormentas son agentes causantes de dicho fenómeno.

11.2 ¿Qué cambios suceden en las mareas cuando hay tormenta?

En esta ocasión se espera que el alumnado aluda a factores visibles como mayor oleaje o subida del nivel del mar. Es conveniente analizar por qué ocurre esto y si estos factores producen las mareas o sólo potencian los efectos visibles de las mismas.

Vamos a ver otra particularidad. Observar el mapa anexo.

11.3 A una misma hora, ¿el estado de la marea es el mismo en Lisboa que en Valencia?

Justifica tu respuesta

En este caso se espera que el alumnado emplee el modelo de dos abultamientos mareales construido en las sesiones anteriores para responder afirmativamente. Se recomienda realizar una discusión con todo el grupo clase para ayudar en la reflexión de esta idea.

¿Hay la misma intensidad de marea en ambos lugares? ¿Por qué?

Con esta cuestión se pretende reflexionar sobre las diferencias visibles entre las mareas ocasionadas en los océanos y las mareas dadas en los mares, y la causa de dichas diferencias. Con esta actividad se pretende dejar atrás otra de las concepciones alternativas más comunes: sólo hay mareas en los océanos. Se recomienda aludir a experiencias vividas por los propios estudiantes y aprovechar la situación geográfica estratégica que nos ofrece la península ibérica.

Por otra parte, con la ayuda del mapamundi geográfico los alumnos deberán visualizar el efecto embudo que se genera en el mar Mediterráneo al estar casi rodeado de costa. Esto provoca que la entrada y salida de agua desde el océano Atlántico sea mínima y, por tanto, las pleamares y bajamares sean menos visibles.

12 Discusión final

Objetivo: con esta sesión se pretende discutir y sintetizar todos los conocimientos puestos en marcha a lo largo de esta secuencia de actividades. Para ello se recomienda hacer uso de los dibujos realizados por los estudiantes en la sesión *Sol, Tierra, mar y ¡A dibujar!* con el fin de que puedan comparar e integrar en sus modelos elementos de otros modelos para así poder completarlos y mejorarlos. Es conveniente favorecer la participación de todos los estudiantes, pues el fin es favorecer la explicitación de las ideas finales de los estudiantes.

Ha llegado el momento de poner en orden las ideas a las que habéis llegado sobre el fenómeno de las mareas y demás fenómenos ligados a ellas. Para ello realizaremos en gran grupo la exposición y contraste de las interpretaciones de cada grupo, para luego elaborar entre todos, una síntesis de ideas principales para la comprensión de estos fenómenos.