

# I CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES

CONGRESO VIRTUAL DEL 26 NOVIEMBRE AL 08 DICIEMBRE DE 2018

ALGECIRAS (CÁDIZ) DEL 06 AL 08 DICIEMBRE DE 2018

Actas del Congreso Iberoamericano de Docentes

Explicaciones de los estudiantes sobre el fenómeno  
de las mareas

María Armario Bernal

José María Oliva Martínez

Natalia Jiménez-Tenorio

ISBN: 978-84-948417-0-5

Edita **Asociación Formación IB.**

Coordinación editorial: **Joaquín Asenjo Pérez, Óscar Macías Álvarez, Patricia Ávalo Ortega y Yoel Yucra Beisaga**

Año de edición: **2018**

Presidente del Comité Científico: **César Bernal.**

El I Congreso Iberoamericano de Docentes se ha celebrado organizado conjuntamente por la Universidad de Cádiz y la Asociación Formación IB con el apoyo del Ayuntamiento de Algeciras y la Asociación Diverciencia entre otras instituciones.

<http://congreso.formacionib.org>



red  
iberoamericana  
de docentes



formaciónib))

# Explicaciones de los estudiantes sobre el fenómeno de las mareas

María Armario Bernal<sup>1,a</sup>, José María Oliva Martínez<sup>1,b</sup>, Natalia Jiménez-Tenorio<sup>1,c</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Didáctica, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Cádiz. España.

<sup>a</sup> [maria.armario@uca.es](mailto:maria.armario@uca.es) <sup>b</sup> [josemaria.oliva@uca.es](mailto:josemaria.oliva@uca.es) <sup>c</sup> [natalia.jimenez@uca.es](mailto:natalia.jimenez@uca.es)

## Resumen

Esta comunicación analiza los modelos empleados por los estudiantes de secundaria y universidad en su explicación del fenómeno de las mareas. Para ello, se ha realizado un estudio mixto, cualitativo y cuantitativo, recurriendo a una muestra de 28 participantes de la provincia de Cádiz. Los resultados obtenidos identifican fenómenos meteorológicos como el viento o la lluvia, como la principal causa utilizada por los estudiantes en la explicación del fenómeno de las mareas. Estos avalan los ya encontrados en la bibliografía, dejando visible la problemática suscitada en la comprensión del fenómeno.

**Palabras clave:** modelización; fenómeno de las mareas; secundaria; maestros en formación.

## Introducción

Con cierta frecuencia, los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias suelen reducirse a la simple interiorización de modelos ya acabados. Sin embargo, el aprendizaje basado en modelos asume que la comprensión de los alumnos en ciencias va más allá de la memorización de hechos y ecuaciones, requiriéndose encontrar sentido global a los conocimientos estudiados, así como el desarrollo de un conocimiento útil en la resolución de problemas (Clement, 2000). Para ello, es preciso el diseño de material didáctico que favorezca la transición y evolución de los modelos iniciales de los estudiantes, desde aquellos alternativos, implícitos, difusos y de sentido común, a otros más coherentes y próximos a la ciencia escolar. Esto nos lleva a la necesidad de profundizar sobre las dificultades que encuentran los estudiantes a lo largo de dicho tránsito y, por tanto, estudiar entre otras cosas, los modelos intuitivos y cotidianos empleados en la descripción, interpretación y predicción de los fenómenos a estudio.

El objeto de esta comunicación es evaluar las concepciones iniciales de los estudiantes en torno al fenómeno de las mareas analizando los modelos empleados en la explicación del mismo.

## Marco teórico

Actualmente, en el campo de la modelización en ciencias convergen diversidad de perspectivas teóricas, las cuales entienden modelizar como una actividad compleja que exige el desarrollo de gran variedad de capacidades, abarcando tanto aspectos cognitivos, metacognitivos y valores epistémicos (Oliva-Martínez y Aragón-Méndez, 2009; Nicolaou y Constantinou, 2014). Por ello, las propuestas de enseñanza elaboradas desde enfoques de modelización conceden un alto protagonismo a los estudiantes, implicándoles en tareas de aplicación y revisión de sus modelos mentales, así como en la (re)construcción de nuevos modelos (Justi y Gilbert, 2002). Es la forma mediante la cual estos enfoques intentan desarrollar en el alumnado las destrezas y valores que demanda la actividad de modelización. Por tanto, el aprendizaje basado en modelos se contempla desde aquí como un itinerario de progresión que parte de los

modelos personales e intuitivos de los alumnos y avanza hacia otros más complejos (Clement, 2000), donde la modelización actúa como la práctica científica que propicia la inmersión de los estudiantes en este tipo de proceso (Schwarz y White, 2005; Acher, 2014).

Sin embargo, casi nunca suele dedicarse espacio en la escuela a enseñar a los alumnos cómo construir modelos (Justi y Gilbert, 2002), siendo pocos los trabajos que ofrecen pautas para la evaluación de la modelización en ciencias. Por ello, hoy día los enfoques de modelización constituyen líneas fecundas en didáctica de las ciencias (Harrison y Treagust, 2000).

En nuestro caso, la modelización se sitúa en el marco de la interpretación del fenómeno de las mareas, tópico integrado dentro del conocimiento básico sobre fenómenos planetarios y, considerado por algunos como, ocasión para situar en contexto el concepto de gravedad y la mecánica de Newton (Viiri y Saari, 2004). El aprendizaje de estas nociones trae consigo un alto grado de dificultad a la hora de ser objeto de enseñanza, ya que, desde el punto de vista del desarrollo histórico de la ciencia, la Astronomía es uno de los procesos más complejos de toda su historia en cuanto a su entendimiento, quedando demostrado a través de la evolución de su conocimiento y los conflictos generados a partir de este (Solbes y Palomar, 2011).

No sorprende, por tanto, la dificultad de comprensión que alberga dicho fenómeno para el alumnado, siendo varios los estudios que revelan la existencia de concepciones alternativas alejadas del modelo científico. De acuerdo a la bibliografía, son muchos los que toman como principal causa del fenómeno el viento o la lluvia, reflejando una visión local del mismo (Ballantyne, 2004). Sólo en algunos casos, aparece la Luna como factor desencadenante de las mareas, no estableciéndose en ninguno de ellos una explicación causal; asumiendo así que es la mera presencia del satélite la causante de éstas (Viiri, 2000).

## **Metodología**

Este estudio forma parte de una investigación más amplia en la que se pretende diseñar, implementar y evaluar una secuencia didáctica sobre el fenómeno de las mareas orientada a hacer evolucionar el conocimiento de estudiantes de secundaria, de un lado, y de maestros en formación inicial, en otros. Concretamente, se presentan las primeras aproximaciones de los modelos expresados por los estudiantes en la explicación del fenómeno de las mareas.

Con vistas a la obtención de resultados, se realizó un estudio cualitativo recurriendo a una muestra (N=28) formada por dos submuestras. Por un lado, 23 estudiantes del Grado en Educación Primaria y por otro, 5 de secundaria (13-16 años). Todos ellos pertenecientes a la provincia de Cádiz, y por ello supuestamente familiarizados con este fenómeno. Esto supone un elemento clave en la contextualización de la investigación, ya que el único estudio relacionado y realizado en nuestro país, se llevó a cabo en zonas alejadas de la costa (Corrochano *et al.*, 2017).

Como instrumento de recogida de datos se utilizó un cuestionario debidamente validado, el cual costaba de dos partes. La primera, recopilaba información acerca del entorno del alumno y su familiaridad con el fenómeno estudiado. La segunda, estaba formada por 9 ítems que abarcaban las tres dimensiones esenciales de la modelización: descripción del fenómeno, explicación del mismo y predicción de nuevos sucesos (Adúriz-Bravo, 2012). Para su diseño, se realizó una revisión bibliográfica, tomando como referencia el cuestionario usado por Viiri (2000), Corrochano *et al.* (2017) y Ucar, Trundle, y Krissek, (2010). Los participantes de este estudio respondieron al cuestionario sin límite de tiempo.

Se clasificó la información obtenida a partir de un sistema de categorías que evaluaba el desempeño de los sujetos ante distintas dimensiones del fenómeno: naturaleza del mismo, agentes que lo causan, etc., resultando un total de dieciséis. Consecuentemente, se elaboró una rúbrica sintética tomando en consideración dichas dimensiones al objeto de articular modelos globales del fenómeno. Ésta abarcaba nueve modelos ordenados según una secuencia de progresión de proximidad creciente respecto a la ciencia escolar (tabla 1).

Tabla 1: Modelos diseñados a partir de la respuesta de los alumnos

Niveles de progresión	Caracterización de los modelos diseñados
1	Indefinido
2	Causas endógenas terrestres
3	Influjo
4	Succión gravitatoria Luna/Sol
5A	Nivel 4+ se asocia a las fases de la Luna (sin explicación)
5B	Nivel 4+ Posición relativa Tierra-Luna-Sol
5C	Dos abultamientos de la masa mareal sin explicación adecuada
6	Dos abultamientos de la masa mareal con explicación adecuada
7	Nivel 6+ Nivel 5B

La categorización fue llevada a cabo por las dos investigadoras, quienes previamente acordaron los criterios a emplear. En los pocos casos en los que no había acuerdo, el autor restante resolvió el empate.

## Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra resumidamente los resultados obtenidos en el presente estudio ofreciendo un análisis de frecuencias de incidencia de los modelos y algunos ejemplos de respuestas dadas. Podemos observar que solo cuatro de los nueve modelos formulados en la tabla 1 aparecieron de forma explícita en sus explicaciones. No obstante, los cinco restantes no llegaron a concurrir en estos niveles educativos, aunque se decidió conservarlos en la rúbrica sintética a tenor de que respondían a explicaciones que sí habíamos detectado en respuestas obtenidas por otros sectores educativos, como docentes en activo del área de ciencias.

Tabla 2: Frecuencias, porcentajes y ejemplos de los modelos encontrados

Modelos	Frecuencias	% (N=28)	Ejemplos de respuestas de alumnos/as
Indefinido	2	7	“No lo sé”
Causas endógenas terrestres	12	43	“Las mareas se producen por una alteración climatológica”
Influjo	10	36	“Las mareas se producen por la Luna”
Succión gravitatoria Luna/Sol	4	14	“La Luna ejerce una fuerza gravitatoria y se trae el agua”

Los resultados muestran que el modelo más frecuentemente utilizado en las explicaciones dadas por los estudiantes (43%) hace mención, entre otros aspectos, al viento o a la lluvia como causa directa del fenómeno de las mareas (nivel de progresión 2). Este hecho refleja la visión endógena y local que muchos de los estudiantes tienen sobre el mismo y a su vez, una de las dificultades más importantes en la comprensión del mismo, su visión desde una perspectiva astronómica (figura 1).

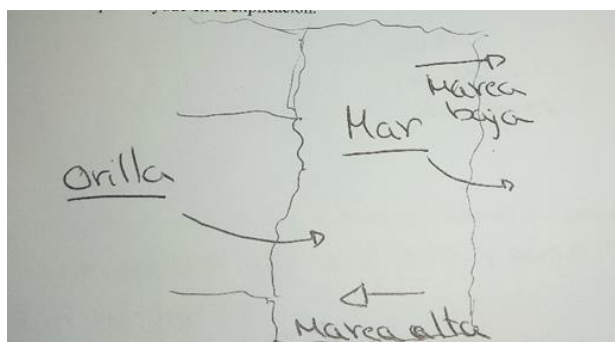


Figura 1: Respuesta de un estudiante de secundaria sobre el fenómeno de las mareas. En ella se puede observar la visión local de su explicación.

Seguidamente, un 36% de los estudiantes hace uso del modelo al que denominamos *influjo* (nivel de progresión 3), el cual toma la presencia de la Luna o el Sol como causa principal del fenómeno de las mareas; aspecto coincidente con investigaciones previas (Viiri, 2000; Corrochano *et al.*, 2017). Esto puede ser observado en la figura 2, donde un maestro en formación menciona el satélite como principal responsable de las mareas, no estableciendo en ningún caso relación entre éste y la causa de las mismas, incluso llegando a reconocer que desconoce la misma.

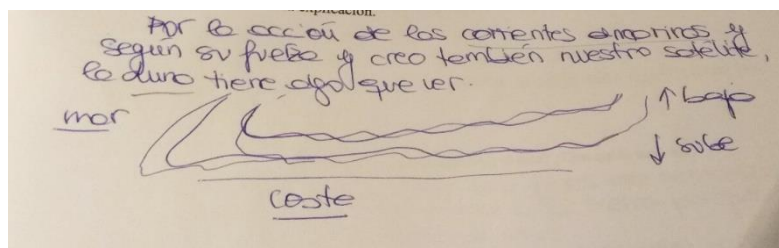


Figura 2: Explicación de un alumno en la que se establece relación entre la Luna y el fenómeno de las mareas sin explicar causa alguna.

Por último, son pocos los participantes que relacionan el concepto de gravedad y el fenómeno de las mareas (14%), no especificando en la mayoría de los casos el término en sí mismo, sino acudiendo a palabras relacionadas como atracción, efecto o fuerza (figura 3). En esta etapa de progresión (nivel 4), el fenómeno se describe habitualmente como una acumulación de agua en la zona de la Tierra más próxima a la Luna. No obstante, esta “succión gravitatoria” no es detallada en ningún caso en los dibujos, aunque sí especificada en sus explicaciones, al detallar que sólo habría marea alta en el lado de la Tierra más cercano a la Luna.

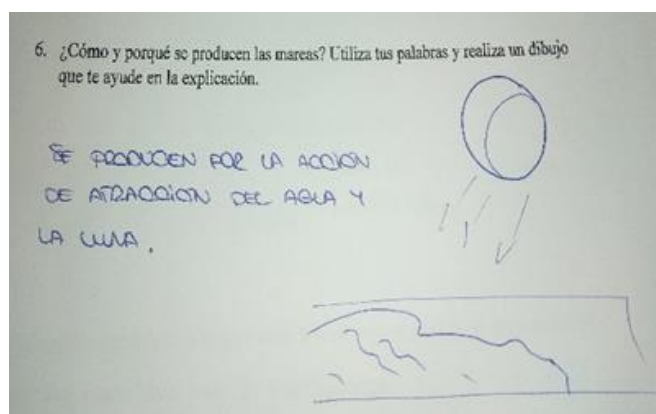


Figura 3: Dibujo realizado por un estudiante del Grado en Educación Primaria en el que subyace el término gravedad sin hacerlo explícito.

## Conclusión

Se han mostrado los modelos empleados por los participantes de la investigación en la explicación del fenómeno de las mareas, haciendo visible el entendimiento limitado y confuso que los estudiantes de secundaria y maestros en formación poseen al respecto. Estos resultados avalan los ya encontrados en la bibliografía (Viiri, 2000; Ballantyne, 2004; Corrochano *et al.*, 2017), A su vez, quedan claras las limitaciones de comprensión del fenómeno alojadas en los estudiantes, incluso en aquellos que, por su proximidad al mar, deberían estar familiarizados con ellas. Por consiguiente, se ve pertinente seguir en esta línea de actuación en donde las futuras investigaciones ofrezcan mayor lucidez a los modelos que disponen los alumnos en cuestiones relacionadas con el fenómeno de las mareas.

## Agradecimientos

Proyecto I+D de Excelencia “Implicación de los estudiantes en prácticas reflexivas de modelización en la enseñanza de las ciencias” (EDU2017-82518-P), aprobado y financiado por el MINECO, convocatoria de 2017.

## Referencias bibliográficas

- Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (36), 63-75.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Algunas características clave de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, 23, 1-9.
- Ballantyne, R. (2004). Young student's conceptions of the marine environment and their role in the development of aquaria exhibits. *GeoJournal*, 60, 159-163.
- Clement, J. (2000). *Model based learning as a key research area for*, 22(1961), 1041–1053.
- Corrochano, D., Gómez-Gonçalves, A., Sevilla, J. y Pampín-García, S. (2017). Ideas de estudiantes de instituto y de universidad acerca del significado y el origen de las mareas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 353–366.
- Harrison, A. G., y Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011–1026.
- Justi, R. y Gilbert, J.K. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387
- Nicolaou, C. T., y Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13, 52–73.
- Oliva-Martínez, J. M., y Aragón-Méndez, M. D. M. (2009). Contribución del aprendizaje con Analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: Marco teórico. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(2), 195–208.
- Schwarz, C. V. y White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Solbes, J. y Palomar, R. (2013). ¿Por qué resulta tan difícil la comprensión de la Astronomía a los estudiantes? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 25, 187-211.
- Ucar, S., Trundle, K. C., y Krissek, L. (2010). Inquiry-based Instruction with Archived, Online Data: An Intervention Study with Preservice Teachers. *Research in Science Education*, 41(2), 261–282.
- Viiri, J. (2000). Students' understanding of tides. *Physics Education*, 35, 105.
- Viiri, J., y Saari, H. (2004). Research-based teaching unit on the tides. *International Journal of Science Education*, 26, 463–481.