



Revista Eureka sobre Enseñanza y  
Divulgación de las Ciencias

E-ISSN: 1697-011X

revista@apac-eureka.org

Asociación de Profesores Amigos de la  
Ciencia: EUREKA  
España

García-Barros, Susana; González-Rodríguez, Concepción

La energía en el proceso de la erosión. Una experiencia para la formación de maestros  
Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 14, núm. 1, 2017, pp.  
144-161

Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA  
Cádiz, España

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92049699012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# La energía en el proceso de la erosión. Una experiencia para la formación de maestros

Susana García-Barros <sup>1</sup> y Concepción González-Rodríguez <sup>2</sup>

*Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidade da Coruña. España*

<sup>1</sup> [susg@udc.es](mailto:susg@udc.es), <sup>2</sup> [concepcion.gonzalez@edu.xunta.es](mailto:concepcion.gonzalez@edu.xunta.es)

[Recibido en abril de 2016, aceptado julio de 2016]

Se presenta y analiza una propuesta de enseñanza dirigida a la formación de maestros de primaria. La propuesta atiende a aspectos científicos y didácticos y se centra en el estudio de la erosión desde el punto de vista energético. En ella participaron 35 grupos (131 participantes) y se analizan sus informes. Los resultados muestran que los grupos de alumnos no tuvieron problemas científicos para identificar cambios en el paisaje en relación al agente erosivo, para identificar las características del agente erosivo ni para identificar el tipo de energía implicado en el proceso de erosión. Sin embargo tuvieron más dificultades para enunciar ideas clave -contenidos concretos- que se deben enseñar o para incluir dichas ideas/contenidos en una actividad de enseñanza. Lo indicado se observa sobre todo en lo referente al modelo de energía que debe emplearse en el contexto de la erosión en educación primaria. Pasado el tiempo los participantes muestran menos habilidades didácticas que en el marco de la actividad formativa. Finalmente y basándonos en estos resultados se proponen cambios en propuesta de enseñanza con la intención de mejorarla.

**Palabras clave:** Formación inicial de profesores; Educación Primaria; Energía; Erosión, Actividades.

## Energy and Erosion Process: an Experience in Teacher Training

A design for primary education teacher training is presented and analyzed in this paper. The design addresses scientific and educational aspects and focuses on the study of erosion from the energy perspective 35 groups (131 students in total) collaborated in the design development and their reports were analyzed. Results show that groups of students did not have scientific limitations when identifying changes in landscape related to the erosive agent, the agent's characteristics or the type of energy implicated on erosion. However, they had some difficulties formulating key concepts -specific contents- they should teach and including those ideas in learning activities. These observations specially apply to the energy model that should be used in the context of erosion in primary education. Participants in the study showed less teaching skills time after the learning activity compared to their skills during the activity. Finally, in the light of these results, changes aiming to improve this design are suggested.

**Keywords:** Introductory Teacher Training; Primary Education; Energy; Erosion; Activities.

**Para citar este artículo:** García-Barros, S. y González-Rodríguez, C. (2017) La energía en el proceso de la erosión. Una experiencia para la formación de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (1), 144-161. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18853>

## Introducción

La profesión docente se caracteriza básicamente por la capacidad de tomar decisiones adecuadas y adaptadas a las necesidades del alumnado, demandando una formación específica y el desarrollo de una adecuada competencia profesional. Dicha competencia se aleja del mero saber científico y ya en los años ochenta se hablaba del conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986). También se definió qué debe saber y saber hacer el profesor de ciencias y más recientemente se concreta la competencia profesional en la capacidad de dar respuesta a: ¿qué debe saber el docente del tema?, ¿qué incluye el currículo?, ¿qué enseñar sobre él en contextos determinados?, ¿cómo enseñar?, ¿cómo evaluar?... (Abell, 2007; Porlán, Martín del Pozo, Rivero, Harres y Pizzato, 2010; Cañal, 2012).

Uno de los problemas que tiene hoy la enseñanza de las ciencias y que por extensión ha de

contemplar la formación docente, es la toma de decisión sobre qué contenidos científicos enseñar. En el mundo de la comunicación y del acceso fácil a un sinfín de datos se hace imprescindible seleccionar grandes temas inclusivos que permitan organizar el conocimiento. Tal selección debe ayudar al ciudadano/a interpretar el mundo y a avanzar en el saber útil que le haga capaz, no solo de aportar justificaciones naturales a los fenómenos de la naturaleza y de interpretar la nueva información científica, sino también de ser personas críticas, reflexivas, libres y responsables.

Un tema de especial relevancia educativa es la energía, pues resulta esencial para comprender multitud de fenómenos físicos, biológicos, tecnológicos,... sin olvidar su derivación social y la repercusión medioambiental de su obtención y consumo (Driver y Millar 1986; García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007; Domenech, Gil-Pérez, Gras-Martí, Guisasola, Martínez-Torregrosa, Salinas y Vilches, 2007). Sin embargo la enseñanza de la energía, a pesar de su carácter unificador, se ha caracterizado por la insistencia en la operatividad en el marco de la mecánica y por su compartimentación (Koliopoulos y Ravanis, 1998). Además se ha denunciado que el estudio de la energía en otras disciplinas se hace de forma también compartimentada, otorgándole incluso al concepto significados diferentes en cada una de ellas (Bächtold y Guedj, 2014).

El tratamiento de la energía, dada su abstracción, no resulta sencillo al alumnado, aunque concordamos junto a otros autores (Solomon, 1983; Trumper, 1993) que es conveniente comenzar su estudio en niveles básicos, aplicándolo a situaciones conocidas que impliquen su tratamiento desde las diferentes disciplinas. Lo indicado demanda una formación adecuada del profesorado que favorezca un conocimiento riguroso del concepto energía aplicado a las situaciones citadas, y también un conocimiento didáctico que permita al profesional seleccionar las ideas clave más idóneas que sirvan de orientación para la construcción de la secuencia de enseñanza, pues aunque el conocimiento científico potencia el didáctico, el primero en exclusividad es insuficiente para la actividad educativa (Abell, 2007).

Tomando como referente esta necesidad formativa y siendo conscientes de que no son muy abundantes los trabajos que supongan la evaluación de la efectividad de las propuestas de intervención (Martínez-Chico, Jiménez Liso y López-Gay, 2015) y de que algunos de los publicados, aun atendiendo a la energía de forma contextualizada en la formación de maestros, se centran sobre todo en el conocimiento científico (Ibáñez Plana y Barrau, 2014), presentamos el siguiente estudio que conjuga los ámbitos científico y didáctico. En él se trata de contextualizar el tratamiento de la energía en el marco de los procesos erosivos que tienen lugar en la superficie terrestre. Este tema resulta idóneo, pues centrándonos en las causas del modelado del paisaje, se puede ofrecer una visión dinámica del mismo, donde se identifica el papel de los agentes erosivos, fundamentalmente agua y aire, en interacción con los materiales terrestre. Todo ello constituye un contexto ideal para estudiar este proceso natural desde el punto de vista energético identificando cuáles son las características de los agentes que favorecen el cambio, contribuyendo así al desarrollo del modelo de energía escolar deseable. Concretamente la finalidad del estudio consiste en analizar el desarrollo de una actividad formativa realizada en pequeño grupo, dirigida al tratamiento científico/didáctico de la erosión en relación con la energía, en el marco de una materia de Didáctica de las Ciencias del grado de maestro en educación primaria. Más específicamente sus objetivos son:

- Averiguar qué conocimientos científicos y didácticos relativos a la selección de contenidos, movilizan los futuros profesores de primaria en el transcurso de la actividad formativa.
- Comparar la calidad del conocimiento científico y didáctico en el transcurso de la actividad.

- Conocer si las habilidades didácticas relativas a la selección de contenidos, mostradas por los grupos de alumnos en el transcurso de la actividad, se muestran también individualmente pasado cierto tiempo.

## El modelo de energía en la ciencia escolar y en el estudio de la erosión

La energía ha sido un concepto especialmente relevante y unificador, llegándose a enunciar un principio general de la conservación de la energía, aplicado a todos los campos de la física (Solbes y Tarín, 2004, 2008). Desde el punto de vista educativo también se reconoce como concepto relevante, pero difícil, pues requiere un alto grado de abstracción al carecer de referente perceptivo (Martín del Pozo, 2013), de ahí que hayan sido abundantes los trabajos que muestran las concepciones inadecuadas del alumnado. Concretamente la energía se asocia a algo que está vivo; se considera como algo material, como combustible que se puede comprar y gastar; se confunde con la fuerza,..., además se aprecia que existen dificultades en la idea de transferencia y sobre todo en la conservación de la energía, etc. (Driver, Squires, Rushworth y Wood-Robinson, 1999; Solbes y Tarín, 1998; Solbes y Tarín, 2004; Hierrezuelo y Montero, 1989; Solomon, 1983). También se detectaron problemas en biología, pues se desconocen las fuentes de energía de los seres vivos (Boyes y Stanisstreet, 1991), considerando que la energía lumínica se destruye en la fotosíntesis (Mohan, Chen, y Anderson, 2009). Por otra parte y entre los futuros maestros de primaria se han detectado problemas a la hora de identificar la energía en situaciones cotidianas, pues aunque la visualizan en objetos luminosos o en situaciones que implican movimiento, no la asocian a objetos como bocado, mesa de madera... es decir no identifican la energía interna de los mismos (Rodríguez Marín y García, 2011). Los futuros maestros también muestran problemas en relación a la energía en el ámbito de la física (confunden fuerza y energía, no aceptan la conservación, degradación, etc. (Trumper, 1997; Kruger, Palacio y Summers, 1992).

La dificultad conceptual de la energía ha propiciado la discusión de si se debe o no introducir su estudio en la educación primaria. Los detractores defienden que solo se podrá abordar el tema cuando el alumno pueda acceder al nivel operativo y a la comprensión de la idea de conservación. Sin embargo otros autores (Solomon, 1983; Trumper, 1993; Duit, 1987; García Carmona, y Criado, 2013) son partidarios de asumir el riesgo de que el alumno emplee ideas más simples pues esto no constituye un obstáculo insalvable para el desarrollo de una posterior comprensión. En cualquier caso Pintó (2004) apunta que resulta necesario que los docentes realicen una reflexión sobre cuál debe ser el modelo científicamente más correcto y cual el más adecuado para primaria, identificando sus limitaciones. En este sentido se han definido directrices de progresión para la construcción del modelo escolar, algunas poseen un carácter general (Liu y Mckeough, 2005; Martínez Losada y Rivadulla, 2015; Neumann, Viering, Boone y Fischer, 2013) y otras más específicas aplicadas al ámbito de las máquinas (García Carmona y Criado, 2013). Basándonos en estos trabajos, de forma resumida y evitando la dimensión socioambiental del estudio de la energía, por exceder los límites del trabajo, se puede asumir que en un primer momento la energía se debe asociar a su utilidad: la energía es aquello que necesitan máquinas, objetos...para funcionar. En un segundo momento la energía se puede relacionar con los cambios que se evidencian en contextos cotidianos. En ellos es recomendable analizar cómo se produce el cambio, quienes son los agentes protagonistas del mismo, cuáles son sus características y como éstas influyen en que el cambio sea mayor o menor, etc. En un tercer momento ya se profundiza en el cambio, visualizando la transferencia y la transformación, apreciando que la energía puede manifestarse de distinta manera y reconociendo que toda transferencia/transformación implica una degradación. Esta

idea es potente en el proceso de aprendizaje en cuanto facilitará la comprensión de la idea de conservación, pudiéndose relacionar también con el ahorro energético.

Cabe indicar que la enseñanza de los distintos aspectos mencionados requiere definir contextos específicos, significativos para los estudiantes de los niveles educativos elementales. Además es deseable superar la fragmentación conceptual de la energía y evitar que tenga un significado diferente dependiendo del ámbito científico en el que se sitúe el contexto elegido (Bächtold y Guedj, 2014). El estudio de los procesos geológicos externos que condicionan la estructura y los cambios de la superficie terrestre y del modelado del paisaje, favorece su interpretación en términos energéticos. Así, el paisaje se muestra como un eje transversal adecuado, pues no solo permite describir el territorio y relacionar sus características con aspectos sociológicos, demográficos, etc., sino también resolver preguntas -¿cómo es y cómo se formó el paisaje?, ¿cómo cambia?- (Lacreu, 2007). Estos cambios son interpretados generalmente por el alumnado como el resultado de procesos catastróficos (terremotos/volcanes), obviando y minimizando los efectos continuos de la erosión, por lo que a menudo el relieve se percibe como una estructura estable (Pedrinaci, 1996). En este sentido por ejemplo los estudiantes no interpretan la formación de los valles basándose en la erosión, admitiendo que su existencia precede a la de los propios ríos que discurren por ellos (Francek, 2013).

El dinamismo de los cambios terrestres y su relación con la energía se reconoce en la selección de las 10 ideas clave dirigidas a la alfabetización en ciencias de la Tierra enunciadas por un grupo interdisciplinar de expertos (Pedrinaci, Alcalde, Alfaro, Almodóvar, Barrera, Belmonte y Roquero, 2013). Así en la primera de ellas -La Tierra es un sistema complejo en el que interaccionan las rocas, el agua, el aire y la vida-, se especifica que todos los procesos de la Tierra son el resultado de los flujos de energía y ciclos de materia dentro y entre los subsistemas terrestres citados. Más concretamente en la idea clave nº 7 -Los procesos geológicos externos transforman la superficie terrestre- se desarrollan más profundamente las características de dichos procesos, los agentes erosivos (agua, aire, seres vivos...) sus acciones y la energía implicada en los mismos. Además en un trabajo específico que ahonda en esta idea clave, se reconoce la complejidad de los procesos geológicos externos (Brusi, Roqué y Mas-Pla, 2013). Estos conjugan distintos factores: los materiales en interacción con los agentes (aire, agua, seres vivos; sociedades humanas); las acciones (meteorización, erosión, transporte y sedimentación) que constituyen los mecanismos físico/químicos que modifican los materiales y la energía implicada (radiación solar en el contexto del campo gravitatorio). Cabe indicar que las acciones de los agentes no serían posibles sin ella, pues confiere a los mismos la capacidad de actuar, transformar, moverse. Así la radiación solar influye en la temperatura de las capas fluidas del planeta, favoreciendo su cambio y movimiento (viento, ciclo del agua...), es la responsable de la entrada de energía en los ecosistemas, imprescindible para los seres vivos, que son otros agentes de cambio... Por otra parte la gravedad es un factor relevante en el dinamismo de los materiales al influir en la actividad erosiva y en el transporte de materiales. Por último es necesario destacar que los cambios externos también están condicionados por otros factores, como por ejemplo las características de las estructuras geológicas, pero muy especialmente del tipo de material, su dureza, textura, porosidad...

La complejidad del estudio de los cambios geológicos externos, obliga a establecer rutas de progresión para la educación obligatoria. En la educación Primaria y en el currículo LOE (D.O.G, 13 de julio de 2007) en la materia Conocimiento del medio, ya se incluye el estudio de los procesos erosivos asociados al paisaje, así mismo se contempla la energía asociada a los cambios, aunque no existe conexión explícita entre ambos. Por otra parte, en el currículum LOMCE los aspectos relativos a las Ciencias de la Tierra han desaparecido, pues el paisaje se

aborda desde la perspectiva geográfica en la materia de Ciencias Sociales, omitiéndose su interpretación científica, aspecto este que ha sido criticado por especialistas en nuestra área (Martínez Peña, Calvo y Cortés, 2015). En cualquier caso el tratamiento de los fenómenos geológicos externos contextualizados en el paisaje (valles, acantilados...) en primaria, constituyen un marco adecuado para empezar a analizarlos desde el punto de vista del movimiento/cambio de los materiales, atendiendo a las características de estos y a las de las acciones de los agentes como el agua o el viento. La reflexión sobre la capacidad modificadora de estos últimos en función de su posición, masa y velocidad, ayuda al estudiante a visualizar la energía del agente en su propia acción sobre los materiales. Concretamente estos aspectos han sido contemplados como tarea previa a la observación/interpretación del paisaje y sus características *“in situ”* (Tretinjak y Riggs, 2008).

## Metodología

Este estudio se realiza en el marco de la formación docente inicial, en la materia “Enseñanza Aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza II” (3º curso del grado de maestro de Primaria) y más concretamente en el desarrollo de un tema denominado “Estudio científico didáctico del medio físico” que contempla entre otros aspectos el tratamiento de la corteza terrestre sus materiales y cambios, atendiendo muy especialmente a las manifestaciones energéticas que acontecen en los procesos de erosión y modelado del paisaje. En este mismo marco se realiza la actividad formativa de orientación científico/didáctica que se contextualiza en la tarea profesional del docente consistente en la activación del conocimiento científico básico que debe poseer un maestro y en la toma de decisiones sobre qué y cómo enseñar (ver actividad en el anexo I). Esta actividad supone una aplicación del conocimiento que sobre la enseñanza aprendizaje de la energía fue adquirido en el curso precedente. En él se emplearon actividades similares a la aquí presentada, analizándose científicamente situaciones próximas y variadas desde el punto de vista energético aplicables a la educación primaria (objetos que experimentan cambios -se mueven, cambian su temperatura, se queman-; aparatos que ese emplean con diferentes finalidades -mover objetos, calentar...-) con el fin de determinar el modelo de energía adecuado para este nivel, revisado en el marco teórico.

La actividad fue realizada por 131 estudiantes que formaban parte de 35 grupos de 3-4 personas en el transcurso de las denominadas sesiones interactivas a las que asisten un máximo de 20 estudiantes (unos 4-5 pequeños grupos por sesión), donde el formador/a docente ejerció de director/a orientador/a, atendiendo a los requerimientos de los equipos, solventando dudas, e insistiendo en los objetivos/finalidades de las tareas. Todos los grupos presentaron por escrito las producciones finales. Así mismo 127 de los 131 participantes respondieron de forma individual a una cuestión de carácter didáctico, incluida en una prueba escrita más amplia, realizada transcurridos tres meses de la citada actividad que contribuiría a la evaluación sumativa final de la asignatura (ver anexo II). En ella los estudiantes, previa selección de un contexto erosivo, debían indicar los aspectos conceptuales a tratar en los últimos cursos de la educación primaria.

El análisis de las producciones escritas realizadas por los grupos de alumnos en la actividad formativa (anexo 1), atiende a las respuestas científicas (conocimientos científicos mostrados respecto a la erosión) y a las respuestas didácticas (aspectos conceptuales incluidos en ideas clave y en las actividades diseñadas para educación primaria). El análisis de la prueba escrita (anexo 2) se centra en respuestas didácticas (ideas clave a enseñar).

Para el análisis se elaboró un dossier que contempla tres categorías que atienden a los tres ejes considerados en el estudio de la erosión, justificados en el marco teórico: el cambio en los materiales terrestres; los factores que influyen en la erosión y las referencias a la energía asociada



a este proceso. Cada una de las categorías se abre en subcategorías contemplando graduaciones de respuestas menos/más adecuadas. Cabe indicar que en la última categoría se abren dos subcategorías: a) “se especifican tipos de energía” que se identifica en respuestas científicas, pues se preguntó sobre este aspecto específicamente, así como en didácticas dado que pudieron expresarlas los estudiantes espontáneamente y b) “referencias a la idea de energía” identificadas solo en este último tipo de respuestas. En la tabla 1 se recogen para cada subcategoría ejemplos representativos de su significado procedentes tanto de respuestas de grupo (actividad) como individuales (prueba escrita). Conviene señalar que el análisis fue llevado a cabo por dos miembros del equipo consensuando las escasas discrepancias surgidas en el proceso.

**Tabla 1.** Dossier de análisis empleado y ejemplos representativos.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS		EJEMPLOS DE RESPUESTA CIENTÍFICAS Y DIDÁCTICAS
Identificación de cambios	Genérico	Respuesta científica* ➤ <i>El paisaje se modifica</i> (G1) Respuesta didáctica** ➤ <i>...Hay cambios en el paisaje</i> (A7.3)
	Se especifican cambios (posición, forma...)	Respuesta científica ➤ <i>Los materiales se van desgastando...</i> Respuesta didáctica ➤ <i>...se producen cambios la roca desprende partículas erosionándose</i> (A 2.1)
	Se relaciona el cambio con el agente erosivo	Respuesta científica ➤ <i>lo que pasa en la erosión es que los materiales cambian de un sitio para otro...se fracturan, se desgastan.....el agente erosivo dirige los materiales</i> (G30) ➤ <i>Los materiales cambian su forma.... el camino de los materiales responderá a la acción erosiva del agua ... los transporta en el sentido de la corriente</i> (G15) Respuesta didáctica ➤ <i>El cambio se produce porque el viento desplaza a la arena</i> (A27.2)
Identifican factores que influyen en la erosión	Referencia al material	Solo se cita Respuesta científica ➤ <i>La erosión depende del tipo de materiales</i> (G4) Respuesta didáctica ➤ <i>La mayor o menor erosión en los ríos dependerá del tipo de material a erosionar</i> (G35)
		Se especifica (fragilidad, agregación...) Respuesta científica ➤ <i>También depende del tipo de material erosionado, de su fragilidad</i> (G6) Respuesta didáctica ➤ <i>También sería interesante explicar... que existen materiales más fáciles de erosionar ...este es el caso de los materiales de base arcillosa</i> (A.30.2)
	Referencia al agente erosivo (masa/densidad velocidad inclinación del terreno) Respuesta científica ➤ <i>La erosión dependerá de.... la velocidad del agente erosivo (aire o agua) de la masa, en este caso el agua es más erosiva que el viento ya que tiene más masa y de la altura a la que caiga el agua, en el caso del agua</i> (G34) Respuesta didáctica ➤ <i>El tamaño y la cantidad de partículas que lleva el viento</i> (A28.5) ➤ <i>La importancia de la velocidad de los agentes erosivos, agua/aire...</i> (A29.2) ➤ <i>La erosión depende de la pendiente del agua ...</i> (A23.2)	

G1; G2.. Identifica grupos. A1.1; A1.2; ...A2.1; A2.2 Identifica sujetos dentro de su grupo

\*Respuesta científica. Corresponde a la movilización de conceptos/ideas científicas.

\*\*Respuesta didáctica. Corresponde a conceptos/ideas que deben enseñarse en primaria

Tabla 1. Continuación.

CATEGORÍAS DE ANÁLISIS			EJEMPLOS DE RESPUESTA CIENTÍFICAS Y DIDÁCTICAS
Energía asociada al proceso	Referencias a la idea/concepto de energía	No se asociada al agente erosivo	Respuesta didáctica ➤ <i>En la erosión existe una transformación y por tanto interviene la energía (A29.2) La energía es mayor si hay más pendiente (energía potencial) (A23.5)</i>
		Se asocia al agente erosivo	Respuesta didáctica ➤ <i>Queremos que los niños visualicen que cuanto más aumenta la masa y la velocidad (ellos le llaman presión) del agua, la energía del factor erosionador, en este caso el agua, hace que la erosión sea más efectiva (G34)</i> ➤ <i>El mar tiene energía mecánica porque gracias a que se desplaza produce un cambio (A19.1)</i> ➤ <i>El choque que provoca la erosión se produce a causa de la energía que tiene el agua. La energía que se usa en ese choque viene del movimiento (G33)</i>
	Específica tipo (cinética, potencial...)		Respuesta científica ➤ <i>Sí que hay energía, tenemos energía mecánica (potencial y cinética) que se relaciona con la posición y el movimiento (G20)</i> Respuesta didáctica ➤ <i>El mar tiene energía mecánica porque gracias a que se desplaza produce un cambio (A19.1)</i> ➤ <i>...que identifiquen algún tipo de energía en ese proceso (A20.2)</i>

G1; G2.. Identifica grupos. A1.1; A1.2; ....A2.1; A2.2 Identifica sujetos dentro de su grupo

\*Respuesta científica. Corresponde a la movilización de conceptos/ideas científicas.

\*\*Respuesta didáctica. Corresponde a conceptos/ideas que deben enseñarse en primaria

Con objeto de realizar un análisis comparativo entre las respuestas dadas por los participantes en momentos distintos, se establecieron niveles de adecuación de respuestas en los ámbitos científico y didáctico. Concretamente las comparaciones se realizaron: a) entre el nivel científico y didáctico alcanzado por cada grupo en el transcurso de la actividad de enseñanza y b) entre el nivel didáctico mostrado individualmente por cada participante en la prueba escrita y el alcanzado por el grupo al que pertenece en el marco de la actividad. En la tabla 2 se presentan las características de los niveles considerados para cada uno de los tres ejes atendidos en este trabajo. Cabe señalar que para el tercero de ellos -energía asociada al proceso de erosión-, y debido a la inclusión de una pregunta específica en el ámbito científico ya citada, se establecieron niveles diferentes para las respuestas científicas y didácticas



**Tabla 2.** Niveles de adecuación asociados a cada una de las categorías

CATEGORÍAS		NIVELES	CARACTERÍSTICAS
Identificación de cambios		III	Se concreta el cambio y se relaciona explícitamente con el agente erosivo.
		II	Solo se especifica el cambio en el material.
		I	Referencias genérica
Identificación de factores que influyen en la erosión		III	Se reconoce la intervención de los dos factores -material y agente erosivo- con alto nivel de especificación, es decir, se citan alguna característica del material y al menos dos del agente erosivo masa/velocidad/altura.
		II	Se reconoce la intervención de los dos factores -material y agente erosivo- pero con menor grado de especificación en alguno de ellos o en ambos.
		I	Se reconoce únicamente la intervención de uno de los factores -material o agente erosivo-.
La energía asociada al proceso de erosión	Niveles para respuestas científicas	III	Existe coherencia entre el/los tipos de energía identificados y las características de los factores del agente erosivo que originan el cambio. Ejemplo: se identifica la energía cinética habiendo reconocido que la erosión depende de la masa y velocidad del agente.
		II	No existe total coherencia. Ejemplo se citan tipos de energía sin considerar las correspondientes características del agente erosivo.
		I	Respuesta erróneas o imprecisas
	Niveles para respuestas didácticas	III	El concepto/idea de energía se asocia explícitamente al agente erosivo (aire, agua tienen energía) y a su capacidad para producir cambios.
		II	El concepto/idea de energía es genérico, no se asocia al agente erosivo.
		I	Otras respuestas incluso erróneas.

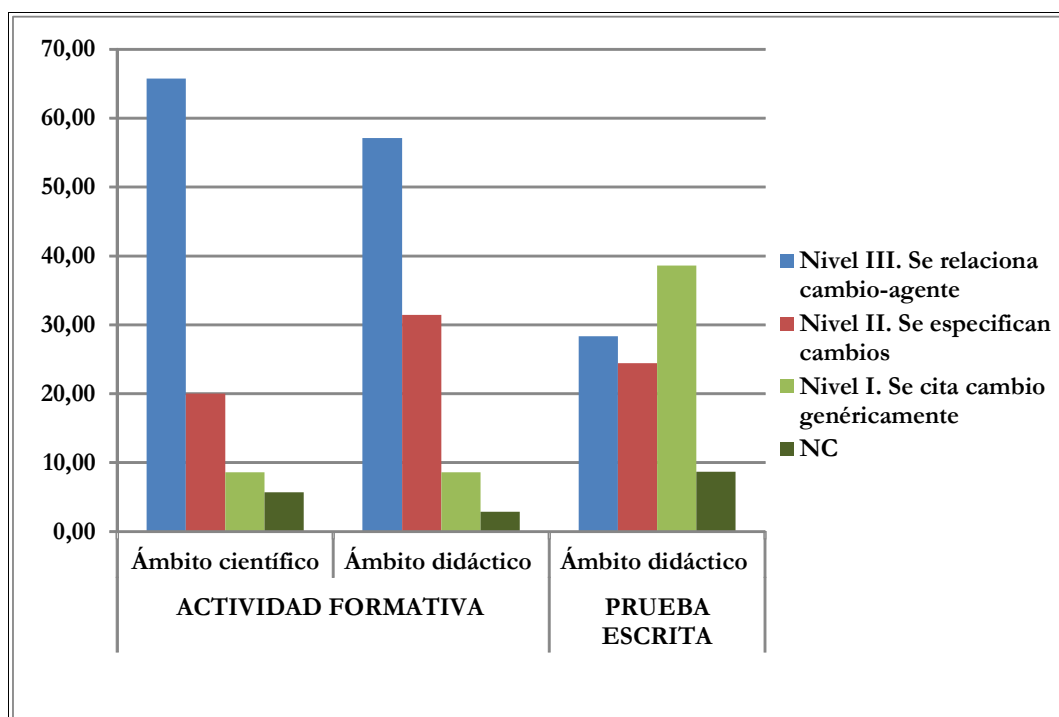
## Resultados

En la actividad formativa y con relación a los conocimientos científicos activados por los grupos de estudiantes se detectó que una mayoría identifica cambios en el medio o paisaje, bien relacionándolos con el agente erosivo alcanzando así el máximo nivel de adecuación (nivel III 65,71%) o especificando solo el cambio (nivel II 20,0%). Esta identificación de cambios se incluye en la propuesta de enseñanza (ideas clave y/o actividad escolar diseñada) aunque disminuye ligeramente el nivel III (57,14%). Una disminución todavía mayor se aprecia en la prueba escrita, pues la mitad de los participantes cita el cambio genéricamente o no lo nombran (figura 1).

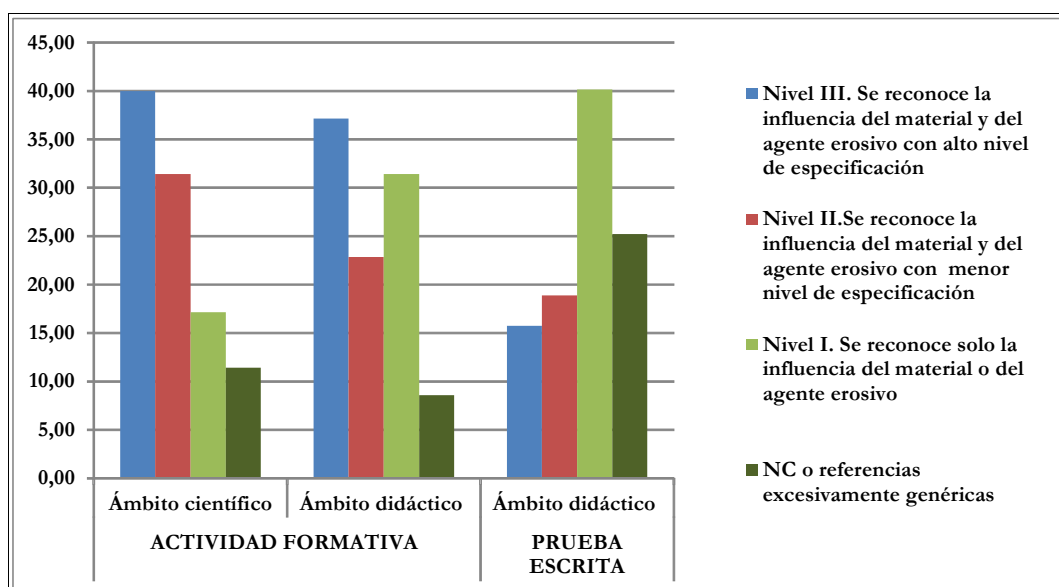
Respecto a los factores que influyen en la erosión, las ideas científicas activadas por los grupos en el transcurso de la actividad se dirigieron más al agente o agentes erosivos, especificando sobre todo la influencia de su masa, velocidad... (más del 80% de los grupos) que a las características del material erosionado (solo el 42,86% explicitan fragilidad, agregación, etc.). La consideración de estos factores se mantiene en términos generales en el ámbito didáctico (ideas clave y/o actividades). Sin embargo desciende en este ámbito en la prueba escrita tres meses después.

Centrándonos en el nivel de adecuación alcanzada en relación a la identificación de factores que influyen en la erosión (figura 2) se aprecia que en lo que respecta al ámbito científico de la

actividad, la mayoría de los grupos alcanzan el nivel III-II (40% y 31,4% respectivamente), es decir reconocen la influencia del material y del agente erosivo con mayor o menor grado de especificación, mientras que este porcentaje desciende ligeramente en el ámbito didácticos (37,1% y 22,86% respectivamente). En la prueba escrita individual, el nivel de adecuación más frecuente fue el I (40,16% del alumnado), siendo los niveles III y II alcanzados por el 15,75% y el 18,90% de los estudiantes.

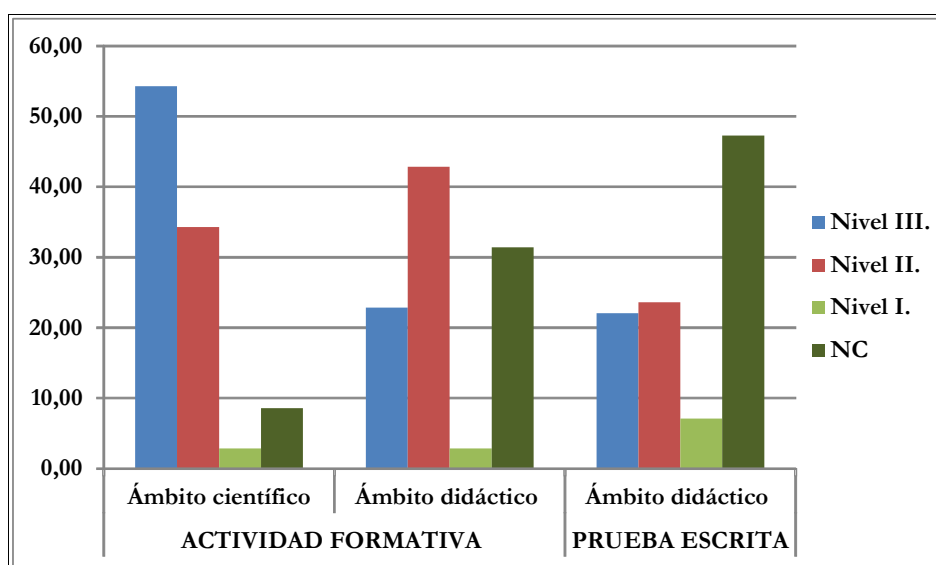


**Figura 1.** porcentaje de grupos que alcanzan distintos niveles de adecuación en relación a la identificación de cambios en procesos erosivos en: ámbito científico y didáctico en la actividad (nº de grupos=35) y en el didáctico en prueba escrita (nº de estudiantes 127).



**Figura 2.** Porcentaje de grupos que alcanzan distintos niveles de adecuación en relación a la identificación de los factores que influyen en la erosión en: ámbito científico y didáctico en la actividad (nº de grupos=35) y en el didáctico en prueba escrita (nº de estudiantes=127)

En lo que respecta a la consideración de la energía, en el transcurso de la actividad, el 88,57% de los grupos identificó el tipo o tipos de energía (cinética y/o potencial) que interviene en el proceso de erosión. Un número menor (68,5%) incluyó la energía en el ámbito didáctico, descendiendo las referencias todavía más en la prueba escrita (el 51,9%). Nos centramos ahora en el nivel de adecuación alcanzado en el transcurso de la actividad formativa (figura 3). En el ámbito científico más de la mitad de los equipos (54,29%) alcanzan nivel III (identifican el tipo de energía -cinética/potencial- implicado en coherencia con las características del factor erosivo) y el 34,29% de los grupos alcanzan el nivel II (no muestran dicha coherencia). Cabe destacar el alto porcentaje de alumnos que omiten la referencia a la energía en el ámbito didáctico (31,43% en la actividad formativa y 47,24% en la prueba escrita).



Ámbito científico: **nivel III** total coherencia entre tipo de energía y características de los factores del agente erosivo; **nivel II** no existe total coherencia; **nivel I** Respuesta incorrecta-imprecisa

Ámbito didáctico: **nivel III** la energía se asocia explícitamente al agente erosivo; **nivel II** la energía se nombra sin establecer tal asociación; **nivel I** Respuesta incorrecta-imprecisa

**Figura 3.** Porcentaje de grupos que alcanzan distintos niveles de adecuación en relación a la idea de energía en ámbito científico y didáctico en la actividad (n° de grupos=35) y en el didáctico en prueba escrita (n° de estudiantes=127).

En el ámbito didáctico y dentro de la actividad solo el 22,86% de los grupos demostró poseer el nivel más alto, asociando explícitamente la energía al agente erosivo, el resto se refiere a ella sin establecer esta asociación (42,86%) o comete errores (2,86%). En la prueba escrita el porcentaje de estudiantes que individualmente alcanzaron el nivel III y II fue similar (22,05% y 23,62% respectivamente).

**Tabla 3.** Comparación entre el nivel de adecuación alcanzado por los grupos de estudiantes (n°=35) en el ámbito científico y didáctico en el transcurso de la actividad formativa.

Categorías de análisis	Nivel de adecuación: ámbito científico/ ámbito didáctico			
	Mayor en el ámbito científico	Igual en ambos	Mayor en el ámbito didáctico	No comparables
Identificación de cambios debidos a la erosión	10 (28,57%)	19 (54,29%)	2 (5,71%)	4 (11,45%)
Identificación de factores que influyen en la erosión	16 (45,71%)	10 (28,57%)	5 (14,29%)	4 (11,45%)
Energía asociada al proceso	20 (57,14%)	10 (28,57%)	1 (2,86%)	4 (11,45%)

Al comparar los niveles de adecuación alcanzados por los grupos en el ámbito científico y didáctico en el transcurso de la actividad, se aprecia que en general consiguen un mayor nivel en el primero (tabla 3). En torno al 50% de los grupos muestran mayor nivel en las cuestiones científicas relativas a la identificación de factores que influyen en la erosión y a la energía asociada al proceso. Solo en el caso de la identificación de cambios debidos a la erosión más de la mitad de ellos tuvieron el mismo nivel en ambos ámbitos.

Al comparar los niveles de adecuación alcanzados por cada alumno en la prueba escrita con los obtenidos por el grupo al que pertenecen en la actividad formativa (tabla 4), se aprecia que la mayor parte consiguen para las tres categorías consideradas en este trabajo, mayor nivel en la actividad, oscilando el porcentaje entre el 55,91% y el 38,58%. El número de alumnos que mantiene el mismo nivel en ambas tareas es inferior (entre el 25% y el 31%), mientras que el porcentaje que demostró mayor nivel en la prueba escrita es todavía inferior para la identificación de cambios debidos a la erosión y para la consideración de la energía en este proceso.

**Tabla 4.** Comparación del nivel de adecuación alcanzado el alumnado individualmente en la prueba escrita y el mostrado por el grupo al que pertenece en la actividad formativa (n=127 estudiantes)

Categorías de análisis	Nivel de adecuación: actividad/prueba escrita		
	Mayor nivel en la actividad (empeoran)	Igual nivel en ambas	Mayor nivel en la prueba escrita (mejoran)
Identificación de cambios debidos a la erosión	71 (55,91%)	33 (25,98%)	23 (18,11%)
Identificación de factores que influyen en la erosión	49 (38,58%)	39 (30,71%)	39 (30,71%)
Energía asociada al proceso	59 (46,46%)	40 (31,50%)	28 (22,05%)

Profundizando en la evolución individual de los participantes (figura 4) se aprecia que respecto a la identificación de cambios un grupo importante de estudiantes (32) empeoran, pasando del máximo nivel en la actividad al nivel I en la prueba. Respecto a la identificación de factores que influyen en la erosión, el mayor número de alumnos (25) mantiene en la prueba escrita el nivel I de la actividad. Un número importante de alumnos no se refiere a la energía en el proceso erosivo en las dos tareas (22) o en la prueba escrita aun habiendo obtenido nivel II en la actividad (28). La mayoría de los estudiantes que en la prueba escrita alcanzaron el máximo nivel mejoraron respecto a la actividad. Esto se aprecia especialmente para la identificación de factores que influyen en la erosión y para la energía asociada al proceso de la erosión.

Niveles de adecuación en Identificación de cambios					
Prueba escrita	N/C		3	8	1
	N. III	1	10	14	2
	N.II	3	14	12	1
	N. I	4	16	32	6
		N. I	N. II	N. III	N/C
Actividad Formativa					

Niveles de adecuación en Identificación de factores que influyen en la erosión					
Prueba escrita	N/C	5	11	8	5
	N. III	9	6	2	6
	N.II	9	7	11	6
	N. I	25	4	10	3
		N. I	N. II	N. III	N/C
Actividad Formativa					

Niveles de adecuación en Energía asociada al proceso					
Prueba escrita	N/C	2	28	9	22
	N. III	3	6	8	11
	N.II	1	10	12	7
	N. I		7	1	
		N. I	N. II	N. III	N/C
Actividad Formativa					

	Alumnos que mejoran su nivel
	Alumnos que empeoran su nivel
	Alumnos que mantienen su nivel

**Figura 4.** Número de alumnos que mantienen o cambian el nivel de adecuación entre la actividad formativa y la prueba escrita en relación a las tres categorías establecidas.

## Conclusiones y discusión

El análisis de los resultados obtenidos permite enunciar las siguientes conclusiones:

- En general los profesores en formación no tuvieron problemas científicos para identificar cambios en el paisaje en relación al agente erosivo ni para identificar los factores que influyen en la erosión, especificando con mayor o menor detalle sus características. Además consideraron estos aspectos a nivel didáctico. En lo que respecta a la energía tampoco tuvieron problemas científicos para reconocer los tipos implicados en el agente haciéndolo en coherencia con las características identificadas en el mismo. Sin embargo a nivel didáctico, pocos grupos se refieren a ella en términos coherentes con la ciencia escolar.
- En general, en el transcurso de la actividad formativa el alumnado mostró niveles de adecuación superiores en el ámbito científico que en el didáctico en lo que respecta a la identificación de los factores que influyen en la erosión y a la energía asociada a este proceso, aunque respecto a la identificación de cambios debidos a la erosión dichos niveles fueron similares.
- Una proporción importante del alumnado muestra menos habilidades didácticas transcurrido el tiempo, pues no considera como ideas clave a enseñar aspectos relativos a los núcleos analizados que habían señalaron con anterioridad en el marco de la actividad formativa, o lo hacen con un nivel de adecuación inferior.

Las dos primeras conclusiones nos conducen a considerar que la actividad formativa ha resultado razonablemente eficaz para activar ideas científicas, pues los grupos de estudiantes

han movilizado la concepción de cambio en el paisaje, tan destacada en la enseñanza de la geología (Pedrincaci *et al.*, 2013; Brusi *et al.*, 2013; Lacreu, 2007), justificando sus causas basándose en las características más o menos detalladas del agente erosivo y/o de los materiales. También han identificado el tipo de energía implicada en el proceso, generalmente en coherencia con las características del agente. Sin embargo este conocimiento no condujo a un nivel similar de respuestas en el ámbito didáctico, siendo aquí los participantes más imprecisos y genéricos en sus respuestas especialmente en los dos núcleos que demandan más conocimientos y habilidades analíticas -identificación de factores que influyen en la erosión y energía asociada al proceso de erosión-. Lo indicado toma especial relevancia en el segundo de ellos, que se omite o se enuncia sin establecer relaciones con las características del agente erosivo ni con la interacción de éste con los materiales terrestres como sería deseable. A la luz de lo indicado, se puede considerar que la actividad formativa no ha sido suficientemente eficaz, pues no ha propiciado la movilización de la idea escolar de energía, a pesar de que ésta había sido tratada en profundidad en el marco de contextos concretos en el curso precedente, siguiendo las directrices propuestas por Liu y McKeiuh (2005); Newman (2013); Martínez Losada y Rivadulla (2015) y García Carmona y Criado (2013) y que había sido recordada oralmente en el transcurso de la actividad. Por ello entendemos que ésta debe ser mejorada sustituyendo la mera identificación científica del tipo de energía, que no ha revestido problema, por la profundización en los aspectos indicados. Concretamente se propone destacar que el cambio asociado al proceso erosivo depende muy directamente de la capacidad energética del agente erosivo que responde a sus características y lógicamente de su interacción con los materiales terrestres. Consideramos que lo indicado debe realizarse a través de la discusión contextualizada en el fenómeno por parte de los futuros maestros, pues la solicitud del mero enunciado de la idea idónea de energía para la educación primaria, además de no revestir problema (García Barros, Bugallo y Fuentes Silveira, 2013), posiblemente resulte también insuficiente.

La tercera conclusión nos insta a pensar que los futuros docentes tienden a evitar esfuerzos en la concreción/especificación de las ideas clave que se deben enseñar, aspecto que también surgió en el transcurso de la actividad formativa. Esta falta de concreción debe ser superada, pues la especificación de conceptos/ideas clave resulta imprescindible para organizar el proceso de enseñanza, seleccionar/secuenciar las actividades/tareas, etc., En general el profesorado en formación está más preocupado por buscar actividades vistosas, innovadoras, motivadoras que por definir claramente qué es lo que desea que sus alumnos aprendan. Valorando lógicamente esta preocupación y aceptando, como no podría ser de otro modo, que la actividad docente debe atender a diferentes saberes, habilidades y actitudes, no es menos cierto que el marco conceptual constituye un referente teórico que junto a los contextos significativos de aplicación, forman el tándem imprescindible para el diseño de la enseñanza. Por ello en las actividades formativas se deben discutir y promover enunciados de ideas clave de calidad evitando las comunes ambigüedades o comodines que sirven para cualquier situación. También se debe promover el análisis de los aspectos concretos e ideas científicas que diferentes tipos de actividades permiten enseñar.

Un aspecto destacable en el resultado de la prueba escrita ha sido la escasa referencia a la energía. En este sentido y siendo conscientes, como se evidencia en este trabajo, que el conocimiento científico adecuado no implica necesariamente habilidades didácticas del mismo nivel, consideramos que el reducido énfasis hecho en la idea de energía en la actividad formativa ha podido tener influencia en esta omisión también pasado un tiempo. En cualquier caso hemos de tener en cuenta que en el resultado de la prueba escrita influyen múltiples factores difíciles de controlar, siendo uno de ellos la implicación personal en la preparación de la misma. De hecho en este estudio se ha observado que la mayoría de los alumnos que han

alcanzado los niveles más altos en la prueba escrita para las distintas categorías de análisis, pertenecían a grupos con niveles inferiores en el transcurso de la actividad formativa. Por ello hemos de tomarlas con la correspondiente cautela las comparaciones e interpretación realizadas.

Para finalizar consideramos que desde el punto de vista educativo los procesos geológicos externos provocados entre otros fenómenos por la erosión, que contribuyen al cambio y al modelado del paisaje, deben tratarse en el marco de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. Entendemos junto a otros autores (Martínez Peña y otros, 2015) que su exclusiva inclusión en la nueva materia de ciencias sociales que hoy contempla la LOMCE impide la construcción de explicaciones científicas y la superación de la visión estática del medio terrestre. Además nos reafirmamos en que dado que estos procesos suponen un cambio, su estudio debe promover la realización de interpretaciones en términos energéticos, aplicando el concepto escolar deseable de energía. En este sentido, y si bien somos conscientes de que la fuente principal de energía de los procesos geológicos externos son la radiación solar en el contexto del campo gravitatorio terrestre (Brusi *et al.*, 2013), atender inicialmente a estas fuentes con niños de primaria resulta demasiado abstracto y complejo. Por ello sugerimos realizar un análisis más concreto, centrado en las características más perceptibles de las entidades que intervienen en los fenómenos y en sus interacciones. Esta es la causa que nos ha llevado a que la propuesta formativa dirigida a los futuros maestros haya insistido en estos aspectos equilibrando la dimensión científica y didáctica, sirviendo el análisis de los resultados obtenidos de base para plantear una propuesta de mejora. Tal mejora requiere la profundización del análisis energético en el contexto de la erosión y la discusión y concreción de las ideas clave a enseñar en primaria. Dedicar más tiempo a estos aspectos resulta imprescindible, aunque no debemos olvidar que la actividad aborda un problema puntual y por tanto es susceptible de ser ampliada para desarrollar otras habilidades que contribuyan a la competencia profesional, pues sería un error limitar la formación a la mera selección de conceptos e ideas a introducir en el aula.

## Referencias bibliográficas

- Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. N.J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bächtold, M. y Guedj, M. (2014). Teaching energy informed by the history and epistemology of the concept with implications for teacher education. En M.R. Matthews (Ed.), *Intenational Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 211-242) New York: Springer
- Boyes, E., y Stanisstreet, M. (1991). Misconceptions in first-year undergraduate science students about energy sources for living organisms. *Journal of Biological Education*, 25(3), 209-213.
- Brusi, D., Roqué, C., y Mas-Pla, J. (2013). Los procesos geológicos externos: las infinitas interacciones en la superficie de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21(2), 181-194.
- Cañal, P. (2012) Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En E. Pedrinaci (Ed.), *Once ideas clave El desarrollo de la competencia Científica* (pp.197-215). Barcelona: Graó.
- Doménech, J. L., Gil Pérez, D., Gras-Martí, A., Aranzabal, J. G., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., y Valdés, P. (2003). La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para



- un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-311.
- Driver, R., y Millar, R. (1986). *Energy Matters*. Leeds: University of Leeds.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*. Madrid: Visor.
- Duit, R. (1987). Should energy be introduced as something quasi- material? *International Journal of Science Education*, 9, 139-145.
- Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions *International Journal of Science Education*, 35 (1), 31-64.
- García Barros, S. G., Bugallo, Á., & Fuentes, M. J. (2013). Los objetivos de las ciencias en primaria y las necesidades formativas, vistas por los maestros en formación. *Enseñanza de las ciencias* (Extra), 1460-1466.
- García Carmona, A., y Criado, A. M. (2013). Enseñanza de la energía en la etapa 6-12 años: un planteamiento desde el ámbito curricular de las máquinas. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 87-102.
- García, E., Rodríguez, F., Solis, M. C., y Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela*, 63, 29-45.
- Hierrezuelo, J., y Montero, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Madrid: Laia-MEC.
- Ibáñez Plana, M. y Barrau, J. (2014) El balance energético en escenarios reales. Propuesta didáctica en la formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 216-230
- Koliopoulos, D. y Ravanis, K. (1998). L'enseignement de l'énergie aun collège vu par les enseignants. Grille d'analyse de leurs conceptions. *Aster*, 26, 167-182
- Kruger, C., Palacio, D., y Summers, M. (1992). Surveys of English primary school teachers' conceptions of force, energy and materials. *Science Education*, 76, 339–351.
- Lacreu, H. L. (2007). La historia geológica del paisaje como contenido esencial en la enseñanza obligatoria. *Alambique*, 51, 76-87.
- Liu, X., y McKeough, A. (2005). Developmental Growth in Students' Concept of Energy: Analysis of Selected Items from the timss database. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 493-517
- Martín del Pozo, R. C. (Coor.) (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, R., y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
- Martínez Losada, C., y Rivadulla, J. C. (2015). ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? Una propuesta para discutir. *Alambique*, 79(17-24).
- Martínez Peña, B., Calvo, J. M., y Cortés, A. L. (2015). De la estabilidad al continuo cambio inapreciable. La situación de la geología en la enseñanza obligatoria. *Alambique*, 79, 9-16.
- Mohan, L., Chen, H., y Anderson, W. C. (2009). Developing a multi-year learning progression

- for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 675-698.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., y Fischer, H. E. (2013). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 50 (2), 162-188.
- Pedrinaci, E. (1996). Sobre la persistencia o no de las ideas del alumnado en geología. *Alambique*, 7, 27-36.
- Pedrinaci, E., Alcalde, A., Alfaro, P., Almodóvar, G. R., Barrera, J. L., Belmonte, A., y Roquero, E. (2013). Alfabetización en Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 21.2, 117-129.
- Pintó, R. (2004). ¿Qué modelo de energía deseamos que construyan nuestros estudiantes de secundaria? *Alambique*, 42, 41-54.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., P., A., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Rodríguez Marín, F., y García, E. (2011). ¿Qué diferencias hay entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico de docentes en formación sobre el concepto de energía? *Investigación en la Escuela*, 75, 63-71.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Solbes, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 387-397.
- Solbes, J., y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 185-194.
- Solbes, J., y Tarín, F. (2008). Generalizando el concepto de energía y su conservación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 155-180.
- Solomon, J. (1983). Learning about Energy: How pupils' think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5, 49-59.
- Tretinjak, C. A., y Riggs, E. M. (2008). Enhancement of Geology Content Knowledge Through Field-Based Instruction for Pre-Service Elementary Teachers. *Journal of Geoscience Education*, 56(5), 422-433.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15(2), 139-148.
- Trumper, R. (1997). A survey of conceptions of energy of Israeli pre-service high school biology teachers. *International Journal of Science Education*, 19(31-46).

## ANEXO 1

**Actividad formativa. La energía en los cambios en el paisaje**

- Imaginad que unos profesores están buscando información sobre la erosión para preparar sus clases y encontraron en internet la información que se recoge en los cuadros adjuntos.  
A la vista de esta información, y antes de realizar ningún planteamiento didáctico, os hacéis las siguientes preguntas.
  - ¿Qué cambia en los materiales y en el paisaje? ¿Cuál es el camino de los materiales erosionados?
  - ¿De qué depende que la erosión sea mayor o menor?
  - Como recordaréis del curso anterior en los procesos de cambio, y este es uno de ellos, está implicada la energía, ¿qué tipo de energía interviene en este proceso?
- Ahora que ya tenéis claro el aspecto científico decidís diseñar una actividad para un curso determinado. Para ello pensáis en seguir los siguientes pasos:
  - Determinar que ideas clave se van a tratar en la actividad
  - Diseñar las actividades especificando:
    - Como se presenta, es decir cómo la contextualizáis
    - Las cuestiones que se van a plantear a los niños.

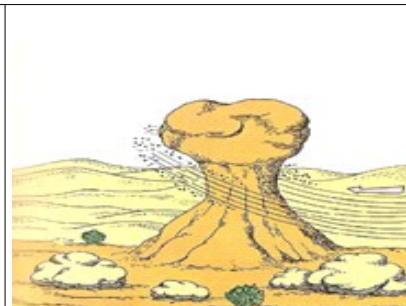
**Información**

Un fenómeno que modela el paisaje es la erosión. El agua del mar o de los ríos es un agente erosivo importante, en menor medida también lo es el viento.

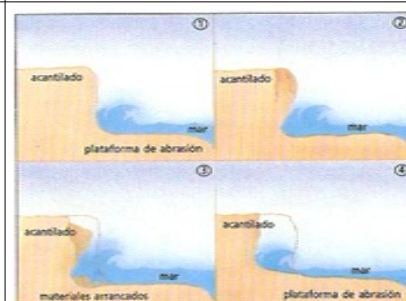
La erosión debida a las aguas corrientes sigue las mismas etapas en que se divide de forma natural el curso de un río. Hay una primera etapa en que la erosión mecánica provocada por el agua y los materiales que arrastra es muy intensa en el curso alto del río. En la segunda etapa, de transporte, la erosión mecánica sigue activa pero empieza a actuar la erosión química. Esta tiene lugar en el curso medio. Finalmente, en el curso bajo predomina la sedimentación de los materiales transportados, la acción mecánica se reduce muchísimo y prácticamente sólo actúa la erosión química.

El viento por sí mismo no puede desgastar las rocas, pero cuando lleva partículas sólidas, de arena o polvo en suspensión, produce una erosión continua. La erosión será más intensa cuanto mayor sea la velocidad del viento y más elevado el número y tamaño de las partículas que transporta.

En el dibujo vemos cómo el viento arrastrando trozos de arena y otros cuerpos erosiona una roca en forma de hongo.



La erosión marina se produce por la acción de las olas contra el acantilado. El mar va desgastando la parte inferior y eso tiene consecuencias y peligro de desplome



## ANEXO 2

### **Cuestión incluida en la prueba escrita individual.**

Imagina que estas estudiando con tus alumnos/as de 5º curso la erosión de los materiales terrestres y quieres que conozcan las condiciones en que dicha erosión se produce con mayor intensidad.

- a. Especifica una situación/contexto concreto que te permita estudiarlo. Señala qué ideas clave trabajarías. Puedes ayudarte con cuestiones si te resulta más sencillo.