

La erosión. Una oportunidad para trabajar la enseñanza de la energía en la formación del profesorado de Primaria

García Barros, S., González Rodríguez, C. y Fernández López, R.

*Facultade de Ciencias da Educación. Universidade da Coruña. Campus Elviña s/n.
15071. A Coruña.*

susg@udc.es

RESUMEN

En este trabajo se analizan los resultados de una actividad de aprendizaje llevada a cabo con alumnos de magisterio de la especialidad de Primaria. La actividad de carácter científico/didáctico se dirige al estudio de la erosión y la energía que se pone en juego en este fenómeno. Se analizan los informes presentados por un total de 23 grupos de 3-4 alumnos. En ellos se aprecia que los estudiantes no tienen problemas para movilizar conocimientos teóricos sobre el fenómeno de la erosión, identifican los factores que influyen en ella, aunque destacan más las características del agente erosivo que de los materiales, también identifican la energía mecánica implicada en el proceso. Sin embargo en dichos informes se detectan más problemas de conocimientos didácticos a la hora de seleccionar ideas clave y proponer actividades (cuestiones) dirigidas al estudio de la erosión en relación con la energía en la educación Primaria.

Palabras clave

Formación inicial de profesores; Primaria; energía; erosión

FUNDAMENTACIÓN

A pesar de la existencia de debate sobre la conveniencia de incluir la energía en la educación Primaria, muchos investigadores, entre los que nos encontramos, defendemos la posibilidad de hacerlo, siempre desde un modelo escolar de energía, que debe ir progresando a lo largo de la educación. En esta línea resulta deseable que en este nivel educativo los alumnos entiendan que los sistemas “*las cosas, los materiales, los objetos...*” tienen la capacidad de producir cambios y transformaciones, y además que esa capacidad se transfiere de unos sistemas a otros (Millar, 2004; Rodríguez Marín y García, 2011).

Lógicamente la movilización de la idea de energía, dado su nivel de abstracción, debe realizarse en un contexto experiencial próximo, asequible, así se han diseñado hipótesis de progresión para la educación Primaria centradas en el estudio de las máquinas (García-Carmona y Criado, 2013...). Por otra parte, y dado que el aprendizaje nunca se consigue de una vez, también resultará recomendable emplear las ideas en distintos temas, de esta forma los niños pueden aplicar el conocimiento a distintas situaciones, favoreciéndose así la competencia científica (Cañas, Martín-Díaz y Niedo, 2007). En este sentido, los fenómenos relacionados con la erosión que, como muchos otros temas relativos a las ciencias de la Tierra, presentan ciertas dificultades para los estudiantes de

educación obligatoria (Francek, 2013), resultan adecuados. Concretamente la erosión se caracteriza por cambios fisicoquímicos que dependen de las características de los materiales (composición, fragilidad, agregación...), así como de las del agente erosivo. Éstas últimas son fácilmente asociables a su energía mecánica (cinética/potencial), dependiente de la masa, velocidad y altura de dicho agente.

El estudio de la erosión y de su influencia en el modelado del paisaje se incluye explícitamente en el currículum oficial de nuestra comunidad (D.O.G, 13 de -julio de 2007), así mismo se incluye el estudio de la energía asociada a los cambios. Sin embargo, la relación explícita erosión-energía mecánica (cinética-potencial) no suele ser habitual en los libros de texto de mayor implantación (datos no mostrados). Por ello resultaría conveniente contemplar lo indicado en la formación del profesorado de Primaria, pues el conocimiento científico/didáctico del modelo de energía adaptado a educación Primaria, asociado a la capacidad de los cuerpos y sistemas para producir cambios, debe relacionarse con un número amplio de fenómenos, dada su dificultad (García Barros et al., 2012).

La formación del profesor de ciencias de los distintos niveles educativos debe ir más allá del conocimiento científico y promover el conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986). En este sentido, debe desarrollar las competencias profesionales necesarias que den respuesta a cuestiones como: ¿qué debe saber el docente del tema?, ¿qué incluye el currículum?, ¿qué enseñar sobre él en contextos determinados?, ¿cómo enseñar?, ¿cómo evaluar?... (Abell, 2007; Porlán et al., 2010). Por ello es necesario diseñar y realizar actividades que combinen adecuadamente la dimensión científica y didáctica.

OBJETIVOS

Basándonos en lo indicado es nuestra intención:

- Analizar qué conocimientos relativos a la erosión de los materiales y su relación con la energía son capaces de movilizar los futuros profesores de Primaria en el transcurso de una actividad formativa diseñada con tal fin.
- Conocer si desarrollan las habilidades didácticas necesarias para incluir la energía en propuestas de enseñanza concretas sobre erosión, tanto en la selección de ideas clave como la inclusión de las mismas en el diseño de actividades.

METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo una actividad interactiva de carácter científico y didáctico, realizada por 23 grupos de 3-4 personas en sesiones denominadas interactivas, donde el número de alumnos se halla en torno a 20. Dicha actividad se dirige al estudio concreto de la erosión en relación con el agente erosivo y la energía que se pone en juego en este fenómeno. Ésta se enmarca en el tema dirigido al estudio científico/didáctico del medio físico (materiales terrestres, estudio del cielo desde la perspectiva astronómica y atmosférica), que atiende a la construcción de la ciencia escolar, incidiendo en: los conocimientos científicos básicos que el docente debe poseer; las dificultades de los niños/as de Primaria y las recomendaciones metodológicas, centradas en qué y cómo enseñar.

La actividad se contextualiza en una situación profesional (tratamiento de la erosión con alumnos de Primaria), atendiendo a la dimensión científica y didáctica. Se aporta una información teórica elemental, a la que podría acceder cualquier maestro, respecto a la influencia de dos agentes erosivos (aire y agua –río y mar-) sobre los materiales. Se plantean cuestiones como: *¿qué cambia en los materiales y en el paisaje?, ¿de qué depende que la erosión sea mayor o menor?, ¿qué tipo de energía interviene en este proceso?*, con la intención de movilizar conocimientos. Además se propone al alumnado que seleccione uno de los fenómenos estudiados y que: *a) defina las ideas clave que trataría especificando contexto, cuestiones e intervención del profesor.*

En esta ocasión, y de acuerdo con los objetivos, en los informes de cada grupo de estudiantes se analizan únicamente tres dimensiones, una de ellas de carácter científico asociada a los conocimientos que activan los estudiantes, y otras dos de carácter didáctico correspondientes a las ideas clave que seleccionan como contenido a enseñar y aquellas que incluyen explícitamente en las actividades propuestas. Para ello se elaboró un dossier de análisis (ver tabla 1), tomando como referente el modelo de energía más adecuado para la formación de maestros de Primaria -propiedad de los cuerpos/sistemas que se pone de manifiesto en los cambios (Millar, 2004; Rodríguez Marín y García, 2011)- asociado a la erosión. Así se establecieron tres categorías: a) la identificación de cambios debidos a la erosión; b) las características de los factores que influyen en la erosión, debido a su vinculación con la energía y c) el tipo de energía que se pone en juego en el proceso. Cada categoría se abre en subcategorías que encierra distinto grado de especificación. Con relación a la identificación de cambios, las referencias pueden dirigirse a los cambios en los materiales y ser genéricas: *“la erosión produce cambios en el paisaje”* o más específicas reconociendo los cambios de posición: *“los materiales se rompen, ruedan, cambian de lugar”*. También pueden referirse al agente erosivo en términos genéricos o asociarlo específicamente al cambio: *“los materiales cambian de posición en la dirección de la corriente del río”*. Con relación a los factores que influyen en la erosión, las subcategorías establecidas se centran: a) en las características del material, tanto en términos genéricos como específicos *“la erosión depende de la dureza/fragilidad de los materiales”* y b) en las características del agente erosivo, también en términos genéricos o más específicos que atienden a aquellas que determinan su energía y por extensión su capacidad erosiva (masa y/o densidad; velocidad, altura). Respecto al tipo de energía se considera además de la referencia genérica, los tipos especificados (energía cinética, potencial, química).

Para conocer el grado de adecuación alcanzado por cada uno de los grupos de alumnos se establecieron cuatro niveles para cada una de las tres grandes categorías (del 4 para el más adecuado al 1 para el menos). Así con relación a la identificación de cambios se adjudica: nivel 4 si se especifica cómo es el cambio en relación con el agente erosivo; nivel 3 si simplemente se señala cómo es el cambio; nivel 2 si la referencia al cambio es solo genérica y nivel 1 si no se identifica. Respecto a los factores que influyen en la erosión, se adjudica nivel 4 si se concretan con detalle los dos factores (características del material –fragilidad, agregación- y características del agente -masa; velocidad-); nivel 3 si se consideran los dos factores y se concreta solo uno; nivel 2 si solo se concreta un factor y nivel 1 si las referencias son únicamente genéricas o incorrectas. Respecto a la identificación del tipo de energía: nivel 4 corresponde al reconocimiento de tres tipos de energía (cinética, potencial y química); nivel 3 al reconocimiento de dos tipos (generalmente energía mecánica -cinético/potencial-); nivel 2 al de una de estas últimas y nivel 1 si se cita la energía solo en términos genéricos.

Este análisis más profundo permitirá identificar el grado de adecuación alcanzado por cada grupo de alumnos en relación a las categorías establecidas y a las distintas dimensiones analizadas: conocimiento científico; ideas clave seleccionadas e incluidas en las actividades.

RESULTADOS

La mayoría de los grupos manejan adecuadamente los aspectos relativos a los conocimientos que hemos relacionado con los fenómenos de la erosión (Tabla 1). En concreto, más de la mitad especifican los cambios en los materiales y la incidencia del agente erosivo (20 grupos y 14 respectivamente). También más de la mitad movilizan ambos aspectos en el ámbito didáctico, incluyéndolos en las ideas clave y/o en las actividades.

En general, los grupos de alumnos no tuvieron problemas para reconocer los factores que influyen en la erosión, aunque atienden en mayor medida a la influencia de características explícitas del agente erosivo (masa/velocidad), que a la de las características del material erosionado. Lo indicado también se traslada al ámbito didáctico, incluyéndose este aspecto en mayor medida en las ideas clave que en las actividades.

CATEGORÍAS Y SUBCATEGORÍAS			DIMENSIONES DE LA ACTIVIDAD FORMATIVA		
			Conocimiento científico	Ideas Clave	Actividades
Se identifican cambios debidos a la erosión	En los materiales	Genéricos	2 8,70%	5 21,74%	3 13,04%
		Se especifica forma/posición	20 86,96%	13 56,52%	15 65,22%
	Hay referencia al agente erosivo	Genéricos	6 26,09%	7 30,43%	4 17,39 %
		Se concreta la relación agente/cambio	14 60,87%	12 52,17%	14 60,87%
Factores que influyen en la erosión	Material erosionado	Genérico	5 21,74%	2 8,70%	5 21,74%
		Detallan (fragilidad, agregación...)	11 47,83%	4 17,39 %	6 26,09%
	Agente erosivo	Genérico	3 13,04%	4 17,39 %	1 4,35%
		Referencia a su masa/densidad	20 86,96%	18 78,26%	12 52,17%
		Velocidad	17 73,91%	16 69,57%	13 56,52%
		Altura//pendiente	7 30,43%	4 17,39 %	3 13,04%
Se identifica	Genérica		1 4,35%	9 39,13%	4 17,39 %
	Cinética		19	1	1

		82,61%	4,35%	4,35%
	Potencial	14 60,87%	-	1 4,35%
	Química	11 47,83%	-	-

Tabla 1. Número de grupos que contemplan las distintas categorías establecidas en relación con la erosión en las dimensiones de la actividad formativa. N° total de grupos de alumnos: 23.

Por último, los grupos de alumnos admiten sin problemas a nivel de conocimientos el tipo de energía implicado en la erosión, especialmente la energía de tipo mecánico. No sucede lo mismo al trasladarlo al ámbito didáctico, donde se incluye sobre todo de forma genérica, solo un grupo se refiere a la energía cinética en ideas clave y solo un grupo incluye algún tipo de energía explícitamente en las actividades.

En cuanto a los niveles de adecuación la mayoría de los grupos alcanza un nivel alto (nivel 4 y 3) en lo que respecta a los cambios debidos a la erosión, tanto en lo referente a conocimientos como en la capacidad de usarlos en el trabajo didáctico, aunque en mayor medida en el diseño de actividades que en la concreción de ideas clave (Tabla 2). Respecto a los factores que influyen en la erosión, el nivel de adecuación de la mayoría de los grupos es menor. Solamente 8 alcanzan el nivel 4 y otros 8 el nivel 3 en el conocimiento científico. Además, en la dimensión didáctica la mayoría se encuadran en el nivel 2 (15 grupos en ideas clave y 10 en actividades). Cabe señalar que la práctica totalidad de estos grupos atienden exclusivamente a las características del agente erosivo, pues solo dos grupos consideran exclusivamente la influencia de los materiales en la erosión en ideas clave y uno en actividades.

CATEGORÍAS/DIMENSIONES DE LA ACTIVIDAD FORMATIVA		NIVELES DE ADECUACIÓN			
		Nivel 4	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1
Los cambios debidos a la erosión	Conocimiento científico	16 69,57%	4 17,39%	1 4,35%	-
	Ideas Clave	9 39,13%	7 30,43%	5 21,74%	-
	Actividades	12 52,17%	6 26,09%	3 13,04%	-
Los factores que influyen en la erosión	Conocimiento científico	8 34,78%	8 34,78%	4 17,39%	1 4,35%
	Ideas Clave	3 13,04%	3 13,04%	15 65,22%	2 8,70%
	Actividades	3 13,04%	4 17,39%	10 43,48%	3 13,04%
Los tipos de energía	Conocimiento científico	5 21,74%	12 52,17%	3 13,04%	-
	Ideas Clave	-	-	3 13,04%	7 30,43%
	Actividades	-	1 4,35%	1 4,35%	5 21,74%

Tabla.2. Número de grupos que alcanzan distintos niveles de adecuación establecidos respecto a las dimensiones de la actividad formativa. N° total de grupos de alumnos: 23.

En relación a los tipos de energía los grupos de alumnos solo alcanzan niveles de adecuación altos en conocimientos. Dichos niveles no se detectan en el trabajo didáctico. La mayoría de los grupos que toman en consideración el tipo de energía en sus decisiones didácticas tienen nivel 1 (7 en ideas clave y 5 en actividades).

En la tabla 3 se muestran los grupos que alcanzan el máximo nivel (3 ó 4) en relación a las categorías consideradas y a las dimensiones de la actividad formativa. Respecto a la identificación de cambios debidos a la erosión todos los grupos alcanzan nivel máximo en alguna de las dimensiones. Concretamente 10 grupos en todas las dimensiones y 8 en conocimiento científico y en una de las dimensiones didácticas (3 en ideas clave y 5 en actividades). Solo dos grupos (G_{A2} G_{A9}) muestran máximo nivel exclusivamente en una dimensión (conocimiento científico). Por el contrario en lo que respecta a las características de los factores que influyen en la erosión, no todos los grupos alcanzan el nivel máximo en alguna de las dimensiones. Un total de 8 poseen este nivel exclusivamente en conocimiento científico y únicamente uno (G_{A11}) lo muestra en las tres dimensiones. Cuatro grupos alcanzan en nivel máximo en conocimiento científico y en una de las dimensiones didácticas ($G_{B.5}$ - $G_{B.6}$ en ideas clave y G_{A12} - $G_{B.8}$ en actividades). Solo 3 grupos disponen de alto nivel didáctico sin mostrarlo en conocimiento (G_{A8} - $G_{B.1}$ en actividades y G_{A7} en estas y en ideas clave). Además un número considerable de grupos alcanza el nivel máximo en la identificación de la energía, pero solo en la dimensión de conocimiento. Obviando esta última categoría en la que ningún grupo dispone de un nivel alto en la dimensión didáctica, se puede afirmar que fueron seis los grupos (G_{A7} ; G_{A11} ; G_{A12} ; $G_{B.5}$; $G_{B.6}$; $G_{B.8}$, destacados en negrita en la tabla 3) que realizaron más adecuadamente la actividad formativa propuesta. Todos ellos, tanto en lo que se refiere a la identificación de los cambios debidos a la erosión, como en lo que se refiere a los factores que influyen en ella, disponen de un alto nivel de adecuación respecto al menos a dos o incluso a tres dimensiones de la actividad formativa.

Categorías	Dimensiones de la actividad formativa					
	Conocim. científico	Activ.	Conocimiento científico y		I. Clave y Activ.	Todas
			I. Clave	Act.		
Identifican los cambios debidos la erosión	G_{A2} G_{A9}	-	$G_{B.4}$; $G_{B.5}$; $G_{B.7}$	G_{A1} ; G_{A3} ; G_{A8} ; G_{A10} ; $G_{B.9}$	G_{A4} ; G_{A7} ; $G_{B.1}$	G_{A5} ; G_{A6} ; G_{A11} ; G_{A12} ; G_{A13} ; $G_{B.2}$; $G_{B.3}$ $G_{B.6}$; $G_{B.8}$ $G_{B.10}$
	2	-	3	5	3	10
Factores que influyen en la erosión	G_{A5} ; G_{A10} ; $G_{B.2}$; $G_{B.3}$; $G_{B.4}$; $G_{B.7}$; $G_{B.9}$ $G_{B.10}$	G_{A8} ; $G_{B.1}$	$G_{B.5}$; $G_{B.6}$	G_{A12} ; $G_{B.8}$	G_{A7}	G_{A11}
	8	2	2	2	1	1

Identifican la energía*	G _A 1; G _A 2; G _A 3; G _A 5; G _A 6; G _A 8; G _A 9; G _A 10; G _A 11; G _A 12 G _A 13; G _B .2; G _B .5 G _B .3; G _B .6 G _B .7; G _B .9 (nº total =17)
--------------------------------	--

*Los 17 grupos que alcanzan el nivel 4 ó 3 lo hacen exclusivamente en conocimientos.

Tabla 3. Distribución de grupos que alcanzan el nivel alto (4ó3) en función de las categorías y dimensiones consideradas

CONCLUSIONES Y DERIVACIONES PARA LA FORMACIÓN

En el transcurso de la actividad, los profesores en formación fueron capaces de movilizar conocimientos científicos relativos a la explicación de la erosión y su relación con la energía (identifican cambios, las características de los factores que influyen en la erosión -material erosionado/agente erosivo- y determinan el tipo de energía implicado en el proceso) con un nivel de adecuación alto. Sin embargo no siempre sucede lo mismo a la hora de gestionar estos conocimientos en su dimensión didáctica e incluirlos en las ideas clave y en las actividades de enseñanza.

En relación a la identificación de cambios debidos a la erosión, prácticamente todos los grupos mostraron un nivel de adecuación alto, tanto en la dimensión del conocimiento científico como en la didáctica (inclusión en ideas clave y/o actividades). Sin embargo, en relación a la identificación de las características de los factores que influyen en la erosión y del tipo de energía implicado en ella, fueron pocos o incluso inexistentes los grupos que alcanzaron el citado nivel en ambas dimensiones.

En cualquiera de las categorías establecidas han sido escasos o nulos los grupos que alcanzaron nivel máximo de adecuación únicamente en el ámbito didáctico.

En cómputos totales se puede afirmar que han sido pocos los grupos que habiendo mostrado un nivel alto de adecuación en relación a los dos aspecto asociados a la erosión que resultan más relevantes para el desarrollo de un modelo de energía (identificación de cambios e identificación de las características de los factores implicados en la erosión), lo hicieron tanto en la dimensión científica como didáctica.

Estas conclusiones nos llevan a pensar que el conocimiento científico no presupone necesariamente su traslado a una propuesta de enseñanza. Sin embargo disponer de él es esencial, pues son muy pocos los grupos que alcanzan alto nivel de adecuación solo en la dimensión didáctica, sobre todo si además tenemos en cuenta que uno de estos grupos (G_A7) no ha respondido a las cuestiones científicas de la actividad.

Cabe indicar que la no consideración del tipo de energía por parte del alumnado en sus propuestas didácticas no resulta alarmante, pues en el transcurso de la actividad formativa, así como en temas precedentes, se discutió que el modelo de energía en Primaria debería hacer más hincapié en las características de los objetos y sistemas (velocidad/masa/posición) asociados a la energía y por extensión a los cambios que ocurren, que a su denominación.

En cualquier caso las conclusiones nos conducen a enfatizar la dimensión didáctica de las actividades formativas, y muy especialmente insistir y dedicar tiempo al diseño de propuestas de enseñanza por parte de los futuros maestros, pues la selección de ideas clave y el planteamiento de preguntas adecuadas y coherentes con ellas, resultan esenciales en el desarrollo de la competencia profesional de los maestros. Es importante que los futuros maestros, no solo identifiquen las características del agente erosivo y la relación que estas tienen con la mayor o menor energía y capacidad de erosión, sino

también que sean capaces de valorar su importancia didáctica incluyendo estos aspectos en las ideas clave y a continuación en las actividades de enseñanza. Este orden sí es relevante en el trabajo docente, pues aquellas ideas que no se seleccionan conscientemente se suelen obviar en las actividades, y en caso de que se introduzcan generalmente se hace desde la escasa reflexión.

Trabajo subvencionado por el Ministerio de Ciencia e Innovación EDU2011-27772.

BIBLIOGRAFÍA

Abell, S. K. (2007). Research on Science Teacher knowledge. En Abell, S. K. y Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. N.J: Lawrence Erlbaum Associates.

Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions. *International Journal of Science Education*, 35 (1), 31-64.

Cañas, A., Martín-Díaz, M. y Nieda, J. (2007). *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La Competencia científica*. Madrid: Alianza.

D.O.G. (9 de julio de 2007). Decreto 130/2007, del 28 de junio, por el que se establece el DCB de Primaria.

García Barros S, Martínez Losada C, González Rodríguez C. y Bugallo A. (2012). La energía en la formación de maestros. En: *XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Santiago de Compostela 5-7 de septiembre de 2012.

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.

Millar, R. (2004). *Teaching about energy*. Retrieved.

<http://www.lancsngfl.ac.uk/nationalstrategy/ks3/science/getfile.php?src=130/TeachingAboutEnergy%28RobinMillar%291.pdf&s=4f5099d8c38826cf136b21edacce8a79>

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, 4-14.