

# QUÉ ASPECTOS INCLUYEN LOS MAESTROS EN FORMACIÓN SOBRE LA ENERGÍA EN SUS PROPUESTAS DE ENSEÑANZA

What appearances include the teachers in training on the energy in his teaching proposals

Cristina Martínez Losada\*, Juan Carlos Rivadulla-López\* y María Jesús Fuentes Silveira\*

\* Universidade da Coruña

Correspondencia:

Mail: cmarl@udc.es

Recibido: 01/07/2016; Aceptado: 01/09/2016

## Resumen

En este trabajo se analizan las propuestas de enseñanza, dirigidas a unos hipotéticos niños de primaria, que elaboran 40 grupos de estudiantes de magisterio sobre la energía. Las propuestas fueron elaboradas después de haber realizado el estudio científico-didáctico del tema. Se analiza la idea de energía y los aspectos que trata cada grupo sobre ella. Los resultados muestran que la gran mayoría plantea una idea de energía más o menos elaborada, en relación con situaciones próximas. En este contexto, tratan algunas características de la energía (tipos, transformación y/o transferencia) y también aspectos relacionados con sus usos y con el problema del consumo energético. Los grupos que promueven una idea científicamente más adecuada para Primaria, asociada a la capacidad de los sistemas para producir cambios, ponen más énfasis en su caracterización. Finalmente se discute la idoneidad de la propuesta formativa en función de los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Enseñanza de la energía. Educación Primaria. Formación inicial.

## Abstract

In this paper, the teaching proposals on energy made by 40 groups of Primary Education teachers in training, aimed at hypothetical Primary School pupils, are analysed. The proposals were designed after studying the topic from a scientific and didactic point of view. The idea of what energy is and the different aspects concerning it, dealt with by each group, are analysed. The findings show that a vast majority of the students came up with fairly well-developed ideas of what energy is, in connection with situations close to them. Some of the features related to energy - such as types, transformation and/or transfer - are tackled in this context, as well as other aspects pertaining to its numerous uses and the issue of energy consumption. The participating groups promoting the most accurate scientific idea for Primary Education, associated with the ability systems have to make change occur, are the ones that place the greatest stress on describing it. Finally, each teaching proposal is discussed in terms of suitability and adequacy based on the outcome.

**Keywords:** Teaching of energy. Primary education. Teacher training.

## INTRODUCCIÓN

La energía es un tema importante en la educación científica pues su estudio no solo permite explicar cómo y por qué ocurren fenómenos muy diversos del mundo físico, biológico, tecnológico,..., sino también entender el papel que desempeña la energía en nuestra sociedad (Driver y Millar, 1986). De acuerdo con ello, se ha destacado la importancia de tratar de forma integrada la dimensión científica y social de la energía y de atender, dentro de esta última, a aspectos como el uso que hacen de ella los seres humanos, los problemas sociales y ambientales asociados a su obtención y consumo y la necesidad de tomar decisiones justificadas en relación a los mismos (Domenech *et al.*, 2007; García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007).

Diferentes autores han defendido la conveniencia de introducir el estudio de la energía desde los niveles educativos básicos (Solomon, 1983; Trumper, 1993). Lógicamente en los citados niveles el tratamiento de la energía debe realizarse en un contexto que resulte próximo y familiar para los escolares (Koliopoulos y Argyropoulou, 2012). Por ejemplo, Colonnese, Heron, Michelini, Santi y Stefanel (2012) proponen el uso de juguetes (bicicletas, pelotas, etc.) como marco de estudio, mientras García-Carmona y Criado (2013) lo plantean desde la perspectiva de las máquinas, con las que los niños de hoy están familiarizados desde pequeños. En esta misma línea, se ha sugerido tomar como punto de partida los conocimientos y experiencias que, desde una perspectiva cotidiana, tienen los estudiantes en relación a aspectos como los combustibles que utilizamos para calentarnos, hacer que las cosas se muevan,...; los alimentos que ingerimos y su procedencia, etc. (Millar, 2014).

Por otra parte, deberán establecerse los oportunos itinerarios de progresión en el aprendizaje científico del tópico (Liu y McKeough, 2005). En este sentido se recomienda avanzar desde una idea perceptiva de energía, como actividad o habilidad para “hacer cosas”, hasta otra de tipo cualitativo (Millar, 2005), asociándola a la capacidad de los sistemas para producir cambios (García-Carmona y Criado, 2013). Paralelamente será necesario incidir en las características básicas de la energía, contemplándose diferentes grados de elaboración respecto a cada una de ellas, desde la simple constatación de la característica en sí, hasta su completa conceptualización (Neumann, Viering, Boone y Fischer, 2013).

De esta forma, a partir de la identificación del aumento y disminución de energía en situaciones concretas, podrá progresarse en la identificación de sus características básicas: se manifiesta de distintas formas, puede transformarse o transferirse de un sistema a otro, se disipa o degrada en los procesos de transformación/transferencia y, por tanto, la energía ya no está disponible para nuevos usos, aunque globalmente se conserve (Harlen, 2010). Este último aspecto ayudará, a su vez, a comprender la importancia de un uso racional de los recursos energéticos disponibles, de dónde procede la energía que consumimos y las repercusiones que ello tiene a nivel personal y social (Martínez Losada y Rivadulla, 2015). Todo ello sentará las bases necesarias para que, en cursos superiores, el alumnado llegue a asumir el principio de conservación (Martín del Pozo, 2013).

Sin embargo, conviene indicar que la conceptualización de la energía no es sencilla pues implica un alto grado de abstracción. De hecho, los niños, suelen asociarla a la fuerza o el ejercicio físico y restringirla a objetos en movimiento, considerarla como un tipo de combustible que se puede conseguir y perder, etc. (Solomon, 1982; Trumper, 1993; Driver, Squires, Rushworth y Wood-Robinson, 1994). Por tanto, es deseable que la enseñanza promueva el desarrollo de las ideas del alumnado respecto al tema, lo que a su vez requiere que los maestros dispongan de la competencia científica y pedagógica suficiente, que deben ir desarrollando a lo largo de su etapa formativa (Abell, 2007; Porlán *et al.*, 2010). En definitiva, se trata de que el profesorado vaya desarrollando lo que Shulman (1986) denominó conocimiento didáctico del contenido, que vincula el conocimiento científico, el pedagógico y el contextual.

La formación docente deberá favorecer que los futuros maestros desarrollen un conocimiento estructurado sobre la energía, superando ideas inadecuadas que han sido detectadas tanto en maestros en formación (Trumper, Raviolo y Shnersch, 2000) como en ejercicio (Kruger, Palacios y Summers, 1992). Así mismo, los maestros en formación han de ser capaces de aplicar dicho conocimiento al análisis de situaciones reales variadas. Cabe señalar que los docentes en formación suelen tener dificultades para reconocer la existencia de energía en situaciones donde ésta no se manifiesta de forma muy evidente, como es el caso la energía interna o la energía química (Rodríguez Marín y García, 2011). También se han detectado dificultades a la hora de aplicar la idea de transferencia de la energía al análisis de situaciones, mostrando grandes problemas para asumir y aplicar la idea de conservación de la energía a dichas situaciones (Ibañez y Barrau, 2014). Más concretamente, en el marco de la formación docente y refiriéndose al caso de la enseñanza de la energía, Bächtold y Guedj (2014) proponen que los contenidos se articulen en torno a las siguientes cuestiones: ¿Qué es la energía? ¿Para qué sirve el concepto de energía? En este sentido se ha justificado la importancia del uso de las ideas de transformación y transferencia de energía en el análisis de situaciones conocidas y cotidianas (Nordine, Krajcik y Fortus, 2011). Por otra parte si se pretende atender a las implicaciones derivadas del uso y consumo energético por parte de las sociedades humanas, es imprescindible incidir en el estudio de problemas socio-científicos relevantes asociados a las citadas situaciones, como por ejemplo las repercusiones medioambientales del uso de la energía, cuyo potencial educativo no siempre es suficientemente reconocido por los futuros docentes (Campbell y Lubben, 2000; Martín, Prieto y Jiménez, 2013).

Pero además y de forma paralela, la formación docente deberá promover específicamente la adquisición del conocimiento didáctico que posibilite la necesaria toma de decisiones respecto a diferentes cuestiones, ya señaladas por distintos autores (Cañal, 2012, Porlán *et al.*, 2010). Por ejemplo, ¿cómo aumentar la significatividad de los conocimientos escolares?, ¿cómo organizar la enseñanza para promover la integración de aprendizajes en torno a modelos científico-escolares?, ¿qué habilidades y actitudes están implicadas?, etc. En definitiva y en relación a la energía, se trata de que los futuros docentes adquieran criterios que permitan la selección de ideas clave significativas para el alumnado de los niveles educativos elementales en relación a éste tópico y su articulación a través de las correspondientes secuencias de actividades. En este sentido, será necesario poner en cuestión opciones metodológicas propias de modelos transmisivos que suelen plantear inicialmente los profesores en formación (Hamed, Rivero y Martín del Pozo, 2016) que, en el caso concreto de la energía, se traduce en que prioricen la explicación de conceptos frente al análisis de situaciones y problemáticas concretas (Martín, Prieto y Jiménez, 2013).

Basándonos en lo indicado, hemos elaborado una propuesta dirigida a la formación de maestros de Educación Primaria, centrada en el análisis de fenómenos y contextos variados (la energía en situaciones próximas del medio físico, en los seres vivos..., siempre en relación con las sociedades humanas), que permita analizar científica y pedagógicamente su relación con el modelo de energía deseable para esa etapa educativa (García Barros, Martínez Losada, González y Bugallo, 2012).

Más específicamente, en este trabajo se pretende averiguar en qué medida las propuestas de enseñanza, dirigidas a unos supuestos alumnos de primaria, que elaboran los futuros maestros, promueven la adquisición del citado modelo de energía deseable; en concreto, se tratará de dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿Qué idea de energía pretenden trasladar al aula? ¿Qué aspectos tratan en sus propuestas en relación con la energía? ¿Qué tipos de capacidades pretenden movilizar en las actividades que plantean?

## METODOLOGÍA

Los participantes en el estudio son estudiantes de segundo curso del Grado de Maestro de Educación Primaria y la recogida de datos se realizó en el contexto de la materia obligatoria Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias I. En ella se aborda el análisis científico-didáctico de temáticas concretas, entre ellas la energía, con objeto de definir: ¿qué y cómo enseñar la energía a los niños y niñas de primaria?

La propuesta formativa pretende que los estudiantes:

a) adquieran una idea científicamente adecuada de energía, superando posibles limitaciones en relación a este tópico;

b) identifiquen el modelo de energía deseable para la educación primaria, teniendo en cuenta tanto el interés personal y social del tema, como las dificultades que tiene su aprendizaje para los niños y

c) valoren la necesidad plantear propuestas de enseñanza que atiendan a aspectos científicos y sociales relevantes en relación a la energía y sean capaces de tomar las decisiones oportunas en ese sentido.

Para alcanzar las finalidades citadas, en la propuesta se hace énfasis en el análisis de situaciones próximas y variadas desde el punto de vista energético (objetos y materiales que experimentan cambios -se mueven, cambian de temperatura, se queman...-; aparatos que se emplean con diferentes finalidades -mover objetos, calentar, iluminar...). Así mismo, se plantea el análisis y discusión sobre la potencialidad educativa de diferentes propuestas de actividades dirigidas a la enseñanza de la energía en la etapa de primaria.

Como actividad de aplicación se propone a los estudiantes que, en pequeño grupo, elaboren una pequeña secuencia de actividades dirigida a tercer ciclo de educación primaria. Dicha propuesta deberá promover la adquisición de un modelo científico-escolar de energía que, a su juicio, resulte útil para entender qué/cómo/por qué suceden determinados cambios en términos energéticos y, al mismo tiempo, sea asequible a los niños de primaria. Además se les advierte de la importancia de seleccionar contextos concretos, como por ejemplo los diferentes aparatos y máquinas que usamos en nuestro día a día (pequeños aparatos domésticos eléctricos y/o manuales, aparatos a pilas, que emplean combustibles, etc.), así como la necesidad de contemplar tanto la dimensión científica como social de la energía en su secuencia de actividades.

Para este trabajo se analizan las propuestas que han elaborado 40 grupos de estudiantes. Cada grupo estaba formado por tres o cuatro sujetos y plantea entre tres y cinco actividades, contabilizándose un total de 161 actividades.

Más concretamente, las actividades elaboradas por cada grupo fueron categorizadas en función: a) de la idea de energía que promueven y b) de los aspectos que tratan respecto a la misma.

Respecto a la idea de energía se establecieron diferentes grados de adecuación según: a) se asocie explícitamente a la capacidad de cuerpos o sistemas para producir cambios en ellos mismos o en otros; b) se presente asociada al funcionamiento de objetos o aparatos concretos; y c) no se explicita una idea de energía, destacando únicamente algunas de sus características.

En lo que se refiere a los aspectos sobre energía se diferenció entre: a) sus características o cualidades; b) sus usos; y c) el consumo como problema. Para cada categoría se establecieron las correspondientes subcategorías. En la tabla 1 se especifican las subcategorías establecidas, así como el significado atribuido a las mismas.

Tabla 1  
Categorías y significado atribuido en relación a las características de la energía

	Categorías	Significado otorgado a las categorías
Cualidades de la energía	Formas/ manifestaciones de la energía	Se identifican diferentes manifestaciones de la energía (movimiento→ E.cinética; luz→E.luminosa, etc.)
	Transformaciones energéticas	Se identifican cambios en los tipos de energía en casos concretos (p.e. E.eléctrica → E.luminosa)
	Transferencias de energía	Se reconocen aumentos/disminuciones de energía asociadas a determinados cambios en los sistemas y se realiza el balance energético.
Usos de la energía	Fuentes energéticas, sus tipos	Se mencionan las fuentes primarias de energía (carbón, petróleo, viento, Sol...), sus características (renovables/no renovables) y/o sus ventajas/inconvenientes
	Origen/obtención de la energía	Se identifica la procedencia e incluso el proceso de obtención de la energía que usamos los seres humanos (p. e. de la E. eléctrica).
	Finalidad, para qué se usa	Se señala la utilidad de la energía en la realización de tareas cotidianas, especificando la variedad de tareas en las que se necesita (cocinar, movernos,...).
El consumo como problema	El gasto de energía	Se reconoce el gasto asociado al uso de diferentes máquinas y aparatos
	Repercusión ambiental asociada	Se destacan sus efectos sobre el medio ambiente (contaminación, deterioro, etc.).
	Importancia del ahorro energético	Se considera explícitamente la necesidad de tomar medidas para minimizar el consumo y, con ello, contribuir a la conservación del medio.

Las actividades de cada grupo fueron categorizadas también según el tipo de capacidades generales que movilizan, diferenciando entre: a) la descripción de un hecho o de una característica –qué pasa, cómo es-; b) la explicación del hecho en sí –cómo pasa, qué relaciones pueden establecerse-; y c) su justificación teórica –por qué es o debe ser así-.

En todos los casos el análisis se realizó por dos investigadores, discutiendo las posibles discrepancias.

## RESULTADOS

Todos los grupos excepto tres siguen las directrices sugeridas, situando su propuesta en contextos concretos del entorno cotidiano (objetos y aparatos empleados para manipular o procesar alimentos, para hacer fuego, alumbrar, calentarnos... en casa, en el campo, etc., los medios de transporte que utilizamos habitualmente, etc.). Además, el contexto elegido se presenta explícitamente en una media del 80.8% de las actividades que plantea cada grupo. Los otros tres grupos contextualizan el estudio de forma genérica en situaciones o características del mundo de hoy. Presentamos a continuación el análisis individualizado del contenido de las propuestas elaboradas por cada grupo de estudiantes.

Prácticamente todos los grupos de estudiantes pretenden trasladar al aula una idea de energía asociada a los sistemas materiales que previamente han seleccionado como objeto de estudio. En concreto:

- a) 23 grupos (57.5% del total) trabajan la energía en relación con los cambios que se producen (o podrían producirse) en dichos sistemas (*una batidora, el calentador... cambia la textura de los alimentos, aumenta la temperatura del agua... en estas situaciones interviene la energía, que se manifiesta en forma de energía cinética, energía térmica...*). Concretamente, tal relación se incluye de forma explícita en una media por grupo del 55.4% de las actividades que plantean.

b) 14 de los 23 grupos de estudiantes que trabajan la energía en relación con los cambios, introducen también en alguna actividad previa, una idea más intuitiva de energía, asociada al funcionamiento de objetos o aparatos concretos (*la batidora, el calentador, la linterna... necesitan energía para...*). Otros 15 grupos (37.5%), sin embargo, únicamente relacionan la energía más o menos genéricamente con el funcionamiento de objetos/aparatos, siendo su presencia media en actividades por grupo del 52.5%.

c) Solo dos grupos obvian en sus propuestas la idea de energía. Uno de ellos se centra en sus cualidades y sus usos mientras el otro lo hace en estos últimos y en el problema del consumo energético.

Independientemente de la idea de energía que promueve cada grupo de estudiantes en su propuesta de enseñanza, todos los grupos trabajan diferentes tipos de aspectos relativos a la energía (Tabla 2). La gran mayoría (35 y 37 grupos, respectivamente) se refieren a sus características o cualidades y al uso de la energía en nuestra sociedad, dedicándoles un importante espacio en las actividades que plantean (en una media por grupo del 62% de ellas en ambos casos). Además, 27 grupos tratan aspectos relativos al consumo energético como problema, detectándose su presencia, en valor medio, en el 39.1% de las actividades que proponen.

Tabla 2  
*Tipos de aspectos que tratan los distintos grupos de estudiantes y presencia media en actividades por grupo.*

Categorías	Grupos (n=40)	Presencia media por grupo <sup>(1)</sup>
Cualidades de la energía	35 (87.5%)	62.7%
Usos de la energía	37 (92.5%)	62.2%
El consumo como problema	27 (67.5%)	39.1%

<sup>(1)</sup> Se halla la media por grupo del porcentaje de actividades en las que cada grupo incluye aspectos de ese tipo respecto al n° total de actividades que plantea

Con relación a los aspectos concretos de cada tipo que tratan los diferentes grupos en sus propuestas se aprecia que (Tabla 3):

a) De los 35 grupos que se refieren a cualidades de la energía, la mayoría se centra en las diferentes formas o manifestaciones energéticas (31 grupos) y/o en sus transformaciones (28 grupos). La presencia media en actividades por grupo es mayor en el primer caso que en el segundo (52.1% frente al 30%, respectivamente). Solo 7 grupos incluyen la idea de transferencia de energía en sus actividades, identificándose su presencia en una media del 31.7% de las mismas.

b) De los 37 grupos que incluyen aspectos relativos al uso de la energía, todos excepto dos destacan su finalidad, incluyéndola en una media del 54.1% de las actividades que plantean. Además, 13 grupos incluyen aspectos relativos al origen/ obtención de la energía que usamos y 10 trabajan específicamente las diferentes fuentes de energía. La presencia media en actividades por grupo es algo más reducida (31.8% y 42.2%, respectivamente).

c) De los 27 grupos que tienen en cuenta el consumo de energía como problema, la gran mayoría (25 grupos) destaca la repercusión ambiental que conlleva dicho consumo y 19 trabajan explícitamente la importancia del ahorro de energía. Además, 11 grupos hacen mención al gasto personal que implica el consumo de energía. En todos los casos la presencia media en actividades por grupo oscila entre el 27% y el 34.2%.

Tabla 3  
Aspectos concretos que tratan los distintos grupos de estudiantes y presencia media en actividades por grupo

	Categorías	Grupos	Presencia media por grupo <sup>(1)</sup>
Calidades de la energía (n=35)	Formas/ manifestaciones	31 (88.6%)	62.6%
	Transformaciones	28 (80.0%)	51.7%
	Transferencias	7 (20.0%)	31.7%
Usos de la energía (n=37)	Fuentes	10 (27.0%)	31.8%
	Origen/obtención	13 (35.1%)	42.2%
	Finalidad	35 (94.6%)	54.1%
Consumo como problema (n=27)	El gasto de energía	11 (40.7%)	29.3%
	Repercusión ambiental	25 (92.6%)	34.2%
	Importancia del ahorro	19 (70.4%)	27.0%

<sup>(1)</sup> Se halla la media por grupo del porcentaje de actividades en las que cada grupo incluye el aspecto concreto respecto al nº total de actividades que plantea

Un análisis más global de las propuestas que elabora cada grupo de estudiantes permite identificar qué tipos de aspectos tiene en cuenta cada uno de ellos. En este sentido se detecta que más de la mitad (23 grupos) atiende a los tres tipos de aspectos -calidades, uso y consumo como problema-, mientras otros 13 grupos se centran solo en dos. Más detalladamente, nueve grupos hacen mención a calidades y usos de la energía mientras que cuatro se refieren a estos últimos y al consumo como problema. Solo cuatro grupos trabajan un aspecto, centrándose exclusivamente en calidades de la energía (3 grupos) o en sus usos (1 grupo).

Por otra parte, al comparar la idea de energía que cada grupo pretende trasladar al aula y los tipos de aspectos que trata en relación a la misma no se observa una correlación clara (Tabla 4). Así, más de la mitad de los grupos que promueven una idea de energía más adecuada, asociada a la capacidad de los sistemas para producir cambios (14 de 23), incluyen en su propuesta los tres tipos de aspectos considerados en este estudio -calidades, usos y consumo como problema-. El resto de grupos, sin embargo, no incluyen ningún aspecto relativo al problema del consumo energético, centrándose en calidades y usos de la energía (6 grupos) o exclusivamente en calidades (3 grupos).

Así mismo, también más de la mitad de los grupos que únicamente promueven una idea intuitiva de energía, relacionada con el funcionamiento de objetos/aparatos (8 de 15), incluyen los tres tipos. En este caso, en los demás grupos se detecta una mayor variedad en cuanto al tipo de aspectos tratados (3 grupos se centran en calidades y usos de la energía, otros 3 en estos últimos y en el consumo como problema y 1 grupo sólo en sus usos).

Tabla 4  
Idea de energía y tipos de aspectos que trata cada grupo en su propuesta de enseñanza

Idea de energía	Tipos de aspectos tratados				
	3 tipos	2 tipos		1 tipo	
		A/B	B/C	A	B
Asociada a cambios (n=23)	14	6	--	3	--
Asociada a funcionamiento (n=15)	8	3	3	--	1
No se explicita (n=2)	1	--	1	--	--

Nota: A. Calidades. B. Usos. C. Consumo como problema

Centrándonos ahora, más concretamente, en las cualidades que trata cada grupo en sus propuestas se detecta, por el contrario, una clara correlación entre la idea de energía y el tipo de cualidades tratadas (Figura 1). En concreto, de los 23 grupos que pretenden trasladar al aula la idea de energía más adecuada, todos excepto dos trabajan también cualidades relevantes de la misma, incidiendo específicamente en su transformación y/o transferencia. Sin embargo, de los 15 grupos que se limitan a presentar una idea más intuitiva de energía, menos de la mitad (6 grupos) trabaja explícitamente las citadas cualidades. Los otros nueve grupos destacan únicamente la existencia de distintas formas o manifestaciones de la energía o no hacen mención a ninguna de sus cualidades.

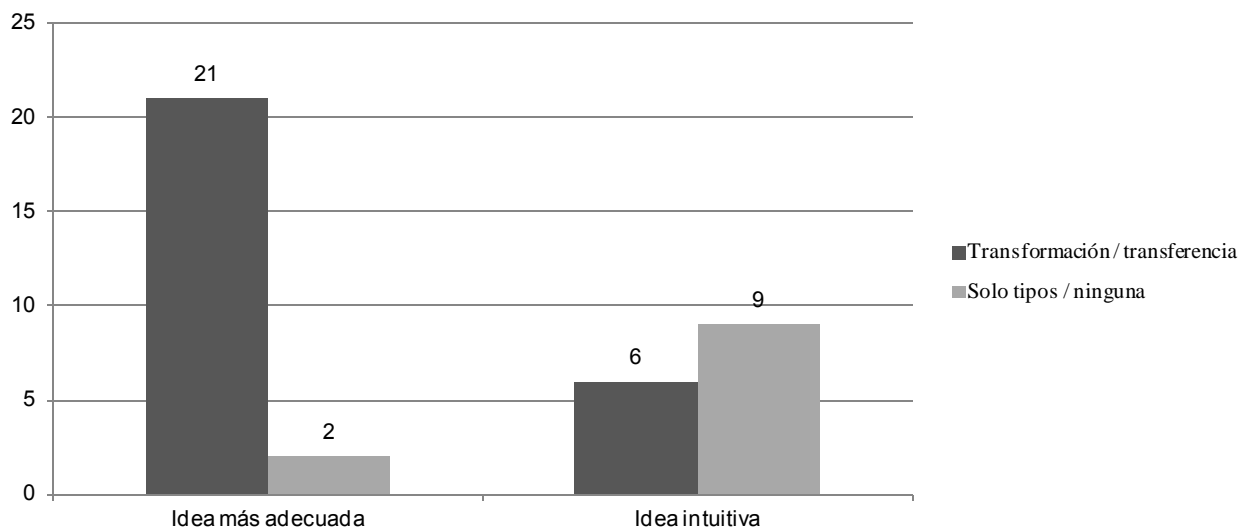


Figura 1. Idea de energía que promueve y cualidades que trata cada grupo en su propuesta de enseñanza

En lo que se refiere al tipo de capacidades que se movilizan en las actividades planteadas (Tabla 5), cabe destacar que todos los grupos inciden en la descripción de hechos en los que interviene la energía y/o en la identificación de características concretas de la misma. Tal capacidad se detecta, además en una media del 72.8% de actividades por grupo. 31 grupos también inciden en la explicación de lo que ocurre y el establecimiento de relaciones entre diferentes hechos y características, aunque su presencia media por grupo es menor (45.5% de las actividades). Sin embargo, solo 4 grupos solicitan la justificación del porqué de los hechos presentados, aunque lo hacen en una media del 39.6% de sus actividades.

Tabla 5  
Tipos de capacidades que movilizan los distintos grupos de estudiantes en sus propuestas de enseñanza

Categorías	Grupos (n=40)	Presencia media por grupo <sup>(1)</sup>
Descripción/identificación	40 (100,0%)	72,8%
Explicación/establecimiento de relaciones	31 (77,5%)	45,5%
Justificación	4 (10,0%)	39,6%

<sup>(1)</sup> Se halla la media por grupo del porcentaje de actividades en las que cada grupo moviliza la capacidad respecto al n° total de actividades que plantea



## CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Los maestros en formación que participaron en el estudio incluyen en sus propuestas de enseñanza una idea de energía más o menos elaborada en relación con objetos, aparatos y situaciones próximas y conocidas, aunque poco más de la mitad la asocian explícitamente a la capacidad de los sistemas para producir cambios.

Los participantes consideran en sus propuestas la dimensión científica y social de la energía en cuanto incluyen el estudio de cualidades de la energía, así como de aspectos concretos relacionados con los usos que hacemos de la energía los seres humanos, incidiendo muy especialmente en su finalidad. Además, aunque en menor medida, incluyen aspectos relativos a la problemática asociada al consumo energético en nuestra sociedad. En términos generales, las actividades planteadas inciden en la descripción de hechos o características concretas y en la explicación y establecimientos de relaciones entre ellos.

Los grupos que promueven una idea científicamente más adecuada de energía también ponen más énfasis en su caracterización científica, destacando en mayor medida transformación y/o transferencia. Por el contrario, aquellos que promueven una idea más intuitiva suelen limitarse a destacar la existencia de distintas formas o manifestaciones energéticas.

Lo indicado nos conduce a considerar que la propuesta formativa diseñada y llevada a cabo con nuestros estudiantes de magisterio, basada en el análisis de situaciones próximas y variadas desde el punto de vista energético y en el estudio de su potencialidad educativa, ha influido, sin duda, en sus decisiones docentes.

Los futuros maestros han considerado la conveniencia de promover una idea de energía asociada a situaciones próximas concretas, en la línea sugerida por distintos autores (Koliopoulos y Argyropoulou, 2012; Colonnese, Heron, Michelini, Santi y Stefanel, 2012, Millar, 2014). Así mismo, la mayoría parece haber asumido la importancia de trasladar al aula una idea de energía de tipo cualitativo y asociada a la capacidad de los sistemas de producir cambios, lo cual es coherente con las recomendaciones existentes en este sentido para la Educación Primaria (Millar, 2005; García-Carmona y Criado, 2013). Además, resulta relevante que los participantes que promueven una idea más elaborada de energía trabajen en mayor medida las ideas de transformación y transferencia, pues la atención concedida a las citadas características contribuye a identificar los cambios que se producen en los sistemas, otorgándole un mayor significado al propio concepto de energía (Harlen, 2010; Nordine, Krajcik y Fortus, 2011). Por ello consideramos necesario seguir insistiendo, incluso con mayor intensidad en el modelo científico-escolar de referencia y en su aplicación a situaciones variadas, haciendo más énfasis en la interpretación de los cambios observados en los sistemas en términos de transformación y transferencia de energía.

Los participantes en el estudio también parecen haber asumido la importancia de trabajar en el aula conjuntamente la dimensión científica y social de la energía (García, Rodríguez, Solís y Ballenilla, 2007). Sin embargo, respecto a esta última, los grupos se centran más en la utilidad de la energía que en la consecuencia ambiental de su consumo, quizás porque a pesar de que actualmente es un tema de actualidad y motivo de debate, no han tomado una conciencia real de su potencial formativo (Campbell y Lubben, 2000; Martín, Prieto y Jiménez, 2013). Por tanto, la propuesta formativa empleada debe ser mejorada en ese sentido. En concreto será necesario dedicar un mayor espacio al análisis de situaciones y problemas relacionados con el consumo de energía por parte de las sociedades humanas, así como a la toma de conciencia sobre la importancia de promover desde los niveles educativos básicos el desarrollo de actitudes y comportamientos de ahorro energético, así como la valoración de iniciativas para el desarrollo de alternativas limpias, de normativas tendentes a controlar la contaminación y promover el desarrollo sostenible, etc.

### Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto EDU2011-27772, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

## REFERENCIAS

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (p. 1105-1149). New Jersey: 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.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (p. 211-242) New York: Springer
- Campbell, B., y Lubben, F. (2000). Learning science through contexts: helping pupils make sense of everyday situation. *International Journal of Science Education*, 22 (3), 239-252.
- Cañal, P. (2012). Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias. En; Pedrinaci, E. (coord.) *El desarrollo de la competencia científica* (p. 217-239). Barcelona: Graó.
- Colonnese, D., Heron, P., Michelini, M., Santi, L., y Stefanel, A. (2012). A vertical pathway for teaching and learning the concept of energy. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 6(1), 21-50.
- Domenech, J. L., Gil-Pérez, D., Gras-Martí, A., Guisasaola, J., Martínez-Torregrosa, J., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P., y Vilches, A. (2007): Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science & Education*, 16(1), 43-64.
- Driver, R., y Millar, R. (Eds.) (1986): *Energy matters*. Leeds: University of Leeds.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., y Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science: Research into children's ideas*. New York: Routledge.
- García, J. E., Rodríguez, F., Solís, M. C. y Ballenilla, F. (2007). Investigando el problema del uso de la energía. *Investigación en la Escuela*, 63, 29-45
- García Barros, S., Martínez Losada, C., González, C., y Bugallo, A. (2012). La energía en la formación de maestros. Comunicación presentada en los XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela.
- García-Carmona, A., y Criado, A. (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
- Hamed, S., Rivero, A., y Martín del Pozo, R. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza de las ciencias en un programa formativo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), 476-492. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/18301>
- Harlen, W. (ED.). (2010). *Principles and big ideas of science education*. Hatfield: Association for Science Education.
- Ibáñez, 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. Recuperado de <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/542/608>
- Koliopoulos, D., y Argyropoulou, M. (2012). Constructing qualitative energy concepts in a formal educational context with 6-7 year old students. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, 5(1), 63-80.
- 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
- 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, C., Prieto, T., y Jiménez, M. A. (2013). Algunas creencias del profesorado de ciencias en formación sobre la enseñanza de la problemática de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 649-663. Recuperado de [http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15619/10-347-MartinGamez\\_et\\_al.pdf?sequence=7&isAllowed=y](http://rodin.uca.es/xmlui/bitstream/handle/10498/15619/10-347-MartinGamez_et_al.pdf?sequence=7&isAllowed=y)
- Martín del Pozo, R. (coord.) (2013): *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid
- Martínez Losada, C., y Rivadulla, J. C. (2015). ¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? *Alambique*, 79, 17-24.
- Millar, R. (2005). *Teaching about energy*. York: University of York
- Millar, R. (2014). Teaching about energy: from everyday to scientific understandings. *School Science Review*, 96, 45-50
- Nordine, J., Krajcik, J., y Fortus, D. (2011). Transforming Energy Instruction in Middle School to Support Integrated Understanding and Future Learning. *Science Education*, 95(4), 670-699.
- 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
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J. Azcárate, P., 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
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy, or Does the first law come first? *School Science Review*, 63 (224), 415-422.
- Solomon, J. (1983). Learning about energy; How pupils' think in two domains. *European Journal of Science Education*, 5, 49-59
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Trumper, R. (1993). Children's energy concepts. *International Journal of Science Education*, 15, 139-148.
- Trumper, R., Raviolo, A., y Shnersch, A. M. (2000). A cross-cultural survey of conceptions of energy among elementary school teachers in training — empirical results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education*, 16 (7), 697-714.