

## LA ENSEÑANZA DE LA ENERGÍA EN SEXTO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

### TEACHING ENERGY IN THE SIXTH YEAR OF PRIMARY EDUCATION

**Vanessa Ortega-Quevedo**

vanessa.ortega@uva.es

Universidad de Valladolid

**Cristina Gil Puente**

cristina.gil.puente@uva.es

Universidad de Valladolid

**Cristina Vallés Rapp**

cristina.valles@uva.es

Universidad de Valladolid

Recibido: 07/04/2022

Aceptado: 10/06/2022

#### **Resumen:**

Esta investigación trata de comprobar los efectos sobre el aprendizaje que tiene la implementación de una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje sobre alumnos de Educación Primaria. El diseño de dicha secuencia se plantea de forma que los contenidos relativos a la energía se aborden juntamente con contenidos de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología y de Pensamiento Crítico. En total los participantes en el estudio son 117 estudiantes de entre 11 y 12 años. El diseño metodológico es cualitativo y se aplican técnicas como la observación participante y el análisis documental. Los resultados del estudio muestran una evolución en los aprendizajes de los estudiantes relativos a las propiedades de la energía; los tipos de energía y sus usos; las fuentes de energía renovables y no renovables; y el *fracking*. Se concluye que el diseño didáctico ha ayudado a los participantes a mejorar sus conocimientos sobre la energía.

**Palabras clave:** Energía; Educación Primaria; secuencia de enseñanza-aprendizaje.

#### **Abstract:**

This research aims to test the effects on learning that the implementation of a Teaching-Learning Sequence has on Primary School students. The design of this sequence is such that the contents related to energy are approached in a way that is infused with the contents of the Nature of Science and Technology and Critical Thinking. A total of 117 students aged between 11 and 12 years old took part in the study. The methodological design is qualitative and techniques such as participant observation and documentary analysis are applied. The results of the study show an evolution in the students' learning related to the properties of energy; types of energy and

its uses; renewable and non-renewable energy sources and fracking. It is concluded that the didactic design has helped the participants to improve their knowledge about energy.

**Key words:** energy; Elementary Education; teaching-learning sequence.

## 1. Introducción

El estilo de vida de la sociedad del conocimiento se nutre y depende del desarrollo científico-tecnológico, sin embargo, la alfabetización científico-tecnológica de los ciudadanos se ha evaluado como inadecuada a lo largo de las décadas en repetidas ocasiones (Pleasant et al., 2019). En consecuencia, se torna imprescindible desarrollar la alfabetización científico-tecnológica de la ciudadanía global con el fin de que todas las personas puedan comprender y tener una visión crítica de la influencia de la ciencia y la tecnología en sus vidas (Vázquez y Acevedo et al., 2017; Manassero, 2012), así como de las necesidades socioambientales y de las consecuencias de la emergencia ambiental que debemos afrontar.

En este contexto, se resalta la necesidad de implementar la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) enmarcada por los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (ONU, 2015). Como señalan Tenreiro-Vieira y Vieira (2021) una de las claves para la EDS es la formación en el cuarto ODS (Educación de calidad), pues mediante dicha formación se puede fomentar el desarrollo del Pensamiento Crítico (PC), el pensamiento creativo, la comunicación y la colaboración y, con ello, promover una ciudadanía colaborativa y responsable. El PC es una de las denominadas competencias para el siglo XXI. Estas competencias destacan por ser un conjunto de conocimientos transferibles al mundo real que facilitan a las personas desenvolverse en la sociedad actual (Almerich et al., 2020). Son competencias de pensamiento que permiten a la ciudadanía desarrollar un conjunto de estrategias y hábitos que les permitan practicar procesos de pensamiento eficaces (tomar buenas decisiones, argumentar con evidencias, analizar información, etc.) (Ritchhart et al., 2014).

Desde la enseñanza de las ciencias se ha intentado promover esta alfabetización científico-tecnológica y se han destacado componentes clave para la misma como es el conocimiento sobre Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) (Acevedo et al., 2017; Pleasant et al., 2019; Vázquez y Manassero, 2012). En este contexto, Vieira et al. (2010) resaltan cómo el desarrollo del PC puede contribuir al desarrollo de la alfabetización científica, puesto que “la enseñanza de las ciencias basada en el PC tendrá la capacidad de cambiar el comportamiento de los alumnos haciéndoles pasar de un pensamiento automático hacia otro decisivo” (Vieira et al., 2010, p.97). En esta misma línea, Vázquez y Manassero (2018) advierten que el desarrollo del PC permite resolver las dificultades cognitivas identificadas especialmente en temas innovadores de investigación en didáctica de las ciencias como es la enseñanza de la NdCyT. Sin embargo, para que esta sinergia se materialice en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje se debe descartar el modelo de educación tradicional, basado en la memorización, y apostar por un modelo que promueva el desarrollo de competencias como las de PC, que sirvan al alumnado para desenvolverse en la sociedad y procurar que esta sea más sostenible.

Este desarrollo competencial y de alfabetización que se persigue debe contemplar: (1) la adquisición de conocimientos científicos; (2) el fomento de un conjunto de estrategias, destrezas y hábitos que permitan practicar procesos de pensamiento eficaces (tomar buenas decisiones, argumentar con evidencias, analizar información, etc.) (Ritchhart et al., 2014; Swartz, 2013); (3) la disposición de poner en práctica estas capacidades para aplicar los conocimientos adquiridos; (4) someter los elementos anteriores a un conjunto de normas dadas por el contexto de conocimiento, así como a la propia ética (Tenreiro-Vieira y Vieira, 2020).

Desde la autoría de esta investigación abordamos el estudio del desarrollo de la NdCyT y de capacidades de PC en conjunto con contenidos curriculares desde los últimos cursos de la Educación Primaria. En concreto, en el presente artículo se presenta el desarrollo que alcanzan los estudiantes de Educación Primaria al abordar el contenido curricular “la energía” mediante un enfoque dialógico-reflexivo que incluye contenidos de NdCyT y capacidades de PC y se cimienta en procesos de evaluación formativa.

## 2. Fundamentación teórica

La decisión de seleccionar este contenido curricular como elemento vehicular para enlazar la enseñanza de la NdCyT y el desarrollo de capacidades de PC se ha visto determinada por los cuatro aspectos señalados por Tenreiro-Vieira y Vieira (2021), quienes establecen distintos criterios para la selección de temáticas mediante las cuales potenciar el desarrollo de elementos de PC desde la perspectiva CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) y la Educación para el Desarrollo Sostenible. Estos criterios son: (I) tener relevancia social y ser atractivo para el alumnado; (II) permite trabajar las relaciones CTS; (III) admite ser trabajado desde distintos enfoques metodológicos; (IV) se puede plantear desde el contexto próximo del alumnado mediante el tratamiento de problemas en los que los estudiantes tienen que aplicar y reconstruir sus conocimientos, así como aplicar los distintos elementos que conforman el PC (capacidades; disposiciones; actitudes y valores; normas y criterios, y conocimientos).

La energía es un contenido que, a pesar de ser muy abstracto, no es extraño para los estudiantes españoles, ya que se trata en el aula desde los primeros niveles en Educación Primaria. Es un contenido cercano, puesto que es indiscutible el papel que tiene la energía en nuestras vidas, tanto a nivel biológico, como para mejorar y facilitar nuestro día a día, lo cual nos permite trabajarlo desde problemas y situaciones próximas a nuestros estudiantes. Tampoco podemos negar la relevancia de esta temática a nivel social, político y ambiental, la cual queda recogida en los ya mencionados ODS, en concreto en el ODS7 “energía asequible y no contaminante” y que queda relacionada desde una perspectiva educativa y social con los ODS 13 “Acción por el clima” e incluso 9 “industria, innovación e infraestructura”. Estas interacciones CTS entendidas desde la EDS nos permiten captar el interés del alumnado mediante el planteamiento de problemas socio-científicos, así como abordar los aspectos concretos de NdCyT a través de la puesta en práctica de las capacidades de PC que se pretenden desarrollar.

Sin embargo, a pesar de su pertinencia para el diseño de la propuesta y su contemplación en la legislación española como contenido curricular, esta temática es compleja por las propias controversias dentro de la enseñanza de este concepto y por su carácter abstracto. En consecuencia, a lo largo de las siguientes líneas se determinará cómo se realizará el tratamiento específico de este contenido, comenzando por el concepto de energía.

“La definición de energía no goza de consenso, ni desde el punto de vista científico, en el sentido de cuál es realmente su significado físico, ni desde el punto de vista didáctico” (García-Carmona y Criado, 2013, p. 88), es decir, no hay claridad sobre el concepto, ni sobre cómo se debe enseñar en cada uno de los niveles psicoevolutivos de los estudiantes. No obstante, lo que aquí nos ocupa no es la propia definición de energía, sino cómo enseñar contenidos relativos a la energía con el mayor rigor desde un punto de vista científico, pero de forma adaptada a las distintas etapas educativas.

Existe la opción de no presentar a los estudiantes una única definición de energía cerrada y axiomática que deban memorizar. De hecho, esto puede ayudar a los estudiantes a entender lo dinámico del concepto, puesto que algunos principios básicos que contribuyen a entender la energía varían de una a otra rama de la física. Además, desde un punto de vista didáctico

también conviene evitar definiciones que aporten contradicciones según distintos enunciados físicos (Pintó, 2004). Sin embargo, sí es preciso guiar al alumnado en la comprensión del concepto de energía. Para ello considerar los enfoques habituales para integrar el concepto en el ámbito educativo puede resultar de gran ayuda:

- La energía como capacidad de realizar trabajo. Este planteamiento “entra en contradicción con los conceptos de energía disponible y de energía libre” (Pintó, 2004, p. 49), de modo que habría que evitarlo.
- La energía como capacidad para producir cambios. De nuevo, encontramos que esta orientación entra en conflicto con uno de “los pilares de la física: el segundo principio de la termodinámica” (Pintó, 2004, p. 49), la entropía.
- La energía como propiedad asociada a cada estado de un sistema. Este enfoque plantea que “podemos asignar a cada estado de un sistema una cualidad o atributo que cuantificaremos, y establecer que en el caso de que el sistema esté aislado el número asignado se mantiene constante” (Pintó, 2004, p. 49). Este planteamiento supone menos conflictos desde un punto de vista teórico, siempre que se eviten ciertas expresiones en relación con el calor y el trabajo, puesto que estas no pueden expresarse en función del estado de un sistema.

Tras contemplar estos enfoques a nivel didáctico lo ideal es emplear la orientación que más se ajuste al nivel psicoevolutivo y cognitivo de los estudiantes con los que se va a abordar, de forma que se construya paulatinamente un conocimiento provisional sobre el concepto lo más aceptado científicamente posible y siempre haciendo consciente al alumnado de la complejidad de dicho concepto. De esta forma en nuestra programación didáctica se abordará la energía entendida como combustible y, sin aportar definición explícita alguna, se progresará a través de la reflexión y el debate, hacia la idea de energía como la capacidad de los sistemas para producir cambios (García-Carmona y Criado, 2013).

La siguiente cuestión a tener en cuenta desde la didáctica es si introducir o no el concepto “tipos de energía”. En este caso, existe una corriente que defiende que considerar tipos dentro de la energía puede llevar a los estudiantes a entender que la energía puede llegar a cambiar su forma o su tamaño. En contraposición, otros autores indican que hablar de tipos de energía otorga sentido al trabajo de la misma, puesto que “la energía, como magnitud física, solo puede ser medida si se concibe en sus diferentes formas” (García-Carmona y Criado, 2013, p. 90), es decir, al establecer distintos tipos de energía se puede llegar a determinar cómo medir dicha energía y reducir el grado de abstracción de la misma. Desde la autoría de este estudio se aceptan las referencias que apoyan el uso de tipos de energía y, en concreto, se toman como referencia a los autores que entienden que los estudiantes tienen experiencias relacionadas con la energía que de forma intuitiva los lleva a denominarla de distintas formas, en función de los fenómenos con los cuales ellos pueden relacionarla (la energía solar es la que proviene del sol). Estos autores mantienen que la enseñanza de la energía debe adaptarse al desarrollo de los individuos, de forma que se progrese hacia una visión científicamente más correcta conforme se desarrolle su nivel cognitivo y se pueda hablar de formas más abstractas y abandonar las experiencias cotidianas (García-Carmona y Criado, 2013; Liu y McKeough, 2005; Nordine et al., 2011; Pérez y Valera, 2006). Concretamente, se incluirán los siguientes tipos de energía: luminosa, eléctrica, química, térmica, sonora, nuclear y cinética.

En tercer lugar, vamos a abordar, brevemente, las controversias en relación con la transferencia o transformación de la energía. A este respecto se heredan los posicionamientos mencionados anteriormente: aquellos que defienden hablar de tipos de energía y se muestran a favor de

hablar de transformación de la energía; frente los que se muestran más reacios a hablar de tipos de energía y se aferran al concepto de transferencia de la energía. Desde esta investigación se ha apostado por incluir distintos tipos de energía y, siguiendo los argumentos proporcionados por la didáctica (conexión intuitiva con experiencias próximas al alumnado de niveles básicos, como la Educación Primaria), nuevamente elegimos abordar la transformación de la energía (García-Carmona y Criado, 2013). Sin embargo, también consideramos interesante plantear la transferencia de la energía en cuanto al calor y al trabajo. En esta propuesta nos referiremos a la transferencia en cuanto al calor cuando se dé un “proceso de transferencia de energía asociado a una variación de temperatura” (García-Carmona y Criado, 2013, p. 92).

Finalmente, se va a esclarecer el concepto de degradación como elemento clave para entender el principio de conservación de la energía. Desde edades tempranas se transmite que la energía ni se crea, ni se destruye, sino que sufre distintas transformaciones y, por tanto, se conserva. Igual de cierto es decir que la energía se conserva, que señalar que hay energía que “perdemos” en los procesos de transformación. El concepto de degradación refleja esa pérdida de energía aprovechable de un sistema, es decir, según el segundo principio de la termodinámica (entropía) “la pérdida de energía útil es inevitable, de modo que la degradación de la energía es igualmente un principio de la naturaleza” (García-Carmona y Criado, 2013, p. 92). Asimismo, este principio puede ser comprensible para los estudiantes de Educación Primaria sin ahondar en principios físicos, simplemente si se considera que “en todo proceso energético se conserva la cantidad de energía pero no su calidad” (García-Carmona y Criado, 2013, p. 92), lo que implica que de la energía tenida en cuenta en un proceso hay una parte que no volveremos a tener disponible para nuevas transformaciones, puesto que esa energía se ha emitido al entorno que elevará su temperatura.

### 3. Diseño de estudio

En esta investigación se han empleado técnicas cualitativas para reconstruir la realidad de las aulas y analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos relativos a la energía, los procesos relacionados con el desarrollo del PC y la mejora en las concepciones de NdCyT se presentan en otros manuscritos (Ortega-Quevedo et al., 2022, en prensa). Las técnicas utilizadas incluyen la observación participante y el análisis documental. Asimismo, los instrumentos de recogida de datos son el diario de clase, redactado por la docente/investigadora, y las rúbricas de evaluación.

El análisis de datos relativo al diario de clase se ha realizado mediante la categorización del contenido a partir del sistema de categorías presentado en la Tabla 1. Dicha categorización se ha construido de forma deductiva tomando como referencia la fundamentación teórica presentada anteriormente.

Tabla 1

*Categorías de análisis cualitativo*

Conceptos relativos a la energía y su relación con la sociedad	Propiedades de la energía Tipos de energía Fuentes de energía renovables Fuentes de energía no renovables y el <i>fracking</i> El <i>fracking</i>
--	---

Por otra parte, el análisis de las producciones infantiles (documentos derivados de las actividades de aula realizadas por los alumnos) se realiza mediante una rúbrica de evaluación (véase Anexo). Para aplicar este instrumento se revisan los ejercicios del cuaderno de trabajo de

cada grupo de estudiantes y se establece a qué nivel de logro corresponde el cuaderno en función de la resolución de las actividades presentadas.

### 3.1 Diseño didáctico

Una Secuencia de Enseñanza-Aprendizaje es un instrumento de la planificación didáctica que contiene el plan articulado de actividades de aprendizaje. Es un documento sencillo que evita la retórica y las justificaciones para centrarse en describir con claridad los elementos didácticos y las directrices para su aplicación en distintos contextos, comunidades, e incluso países. Asimismo, las SEAs fomentan aprendizajes que implican una acción activa y constructiva, además de incluir en estos las progresiones de docentes y discentes.

La SEA diseñada e implementada está orientada tanto al desarrollo de capacidades de pensamiento crítico, como a la consecución de conocimientos básicos sobre el papel de la ciencia y la tecnología en relación con la producción y obtención de energía. Asimismo, se destaca el papel de la evaluación formativa y el diálogo como elementos vehiculares que permiten la infusión de los contenidos y el desarrollo de los aprendizajes.

#### 3.1.1 Nivel al que se orienta y número de sesiones

Esta secuencia, por los contenidos curriculares que trata, está destinada a los últimos cursos de la Educación Primaria (10-12 años). El tiempo mínimo indicado para el desarrollo de las actividades propuestas es de tres horas, aunque se advierte que se debe flexibilizar según las características del grupo-clase concreto.

#### 3.1.2 Objetivos de la SEA

Los objetivos didácticos en los que se basa el planteamiento de la SEA son los siguientes:

- Potenciar capacidades de pensamiento crítico como: reflexionar sobre la pregunta planteada, analizar argumentos, deducir y juzgar las conclusiones o tomar y defender una decisión.
- Relacionar los contenidos relativos a la energía con cuestiones propias de la NdCyT con el fin de trabajar y comprender aspectos sobre sociología interna y externa de la ciencia.
- Entender cómo utilizan las personas las propiedades de la energía con el fin de abastecer la demanda energética.
- Analizar las consecuencias de impacto que producen en el medio los procesos de obtención de recursos energéticos.
- Reflexionar sobre los problemas energéticos que afronta la sociedad actual.

#### 3.1.3 Desarrollo de la SEA

En la Tabla 2 se presenta el esquema de la SEA en el que se indican las actividades por sesión los contenidos trabajados en cada actividad y los recursos necesarios para llevarla a cabo.

Tabla 2  
Esquema de la SEA

	Actividades	Contenidos de NdCyT	Contenidos de PC	Contenidos curriculares	Materiales
Sesión 1	<b>Introducción.</b> “Generar, clasificar conectar, elaborar” + reflexión y debate. <b>Presentación de contenidos.</b> “Escuchan/preguntan” + debate. <b>Consolidación.</b> “Reflexiona con tu compañero” + debate	Toma de decisiones con respecto a los asuntos científicos Dependencia de la implantación de una nueva tecnología	Análisis argumental y razonamiento verbal	Concepto, propiedades (conservación, degradación, transformación, transferencia y transporte) y tipos de energía (luminosa, eléctrica, química, térmica, sonora, nuclear y cinética)	Presentación de diapositivas, ejercicios 1 y 2 del cuaderno de trabajo
Sesión 2	<b>Introducción.</b> “Palabra, idea, frase” + reflexión y debate. <b>Presentación de contenidos.</b> “Escuchan/preguntan” + debate. <b>Consolidación.</b> “Reflexiona con tu compañero” + debate	Toma de decisiones con respecto a los asuntos científicos y Los equilibrios entre los efectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología Dependencia de la implantación de una nueva tecnología y Control del desarrollo tecnológico por los ciudadanos	Análisis argumental, razonamiento verbal y comprobación de hipótesis	Fuentes de energías renovables (solar, eólica, hidráulica, energía del mar, biomasa) y no renovables (carbón, petróleo, gas natural, uranio)	Presentación de diapositivas, ejercicios 3 y 4 del cuaderno de trabajo
Sesión 3	<b>Introducción.</b> “Veo, pienso, me pregunto” + reflexión y debate. <b>Presentación de contenidos.</b> “Escuchan/preguntan” + debate. <b>Consolidación.</b> “Reflexiona con tu compañero” + debate	Toma de decisiones con respecto a los asuntos científicos y Los equilibrios entre los efectos positivos y negativos de la ciencia y la tecnología Control del desarrollo tecnológico por los ciudadanos y Control del desarrollo tecnológico por los ciudadanos	Análisis argumental, razonamiento verbal y comprobación de hipótesis	El <i>fracking</i> (introducción al proceso de extracción de gas y petróleo mediante fracturación hidráulica, posibles impactos ambientales y económicos)	Presentación de diapositivas, Noticias sobre el <i>fracking</i> expuestas en un audiovisual y ejercicios 5 y 6 del cuaderno de trabajo

Nota: Los principales referentes teóricos seguidos para la elaboración del discurso, las presentaciones de diapositivas y los materiales del cuaderno de trabajo de los alumnos son: Domènech-Casal (2018); García-Carmona y Criado (2013); Nordine et al. (2011) Liu y McKeough (2005); Pérez y Valera (2006); Pintó (2004); Silvestrini (2000); Torres y Solbes (2016); Zuñiga-González y Valenzuela-González (2020).

Seguidamente, se pasa a desarrollar cada una de las actividades por sesiones. Cada sesión queda constituida por una actividad inicial, una reflexión sobre conocimientos previos, una presentación de contenidos, una resolución de preguntas y una reflexión, como actividad de consolidación. Dichas sesiones son flexibles y pueden dividirse en más de una clase, siempre y cuando el grupo lo requiera.

## **Primera sesión**

### *Actividad de introducción y reflexión sobre conocimientos previos (15 minutos)*

Con el fin de introducir la temática de la energía y promover la reflexión y participación de los estudiantes desde un primer momento, se utilizó una adaptación de la rutina de pensamiento denominada “generar, clasificar, conectar y elaborar: mapas conceptuales” (Ritchhart et al., 2014). Se trata de que los discentes, por parejas, organizaran las ideas que tienen relacionadas con la energía a través de un mapa conceptual. Para ello, se ofreció a los estudiantes una serie de conceptos (Energía, Tipos de energía, Propiedades de la Energía, Ciencia y Tecnología, y Sociedad) y estos debían establecer relaciones entre los mismos.

En un primer momento, se permitió la reflexión en pequeño grupo y posteriormente, el alumnado expuso sus reflexiones en gran grupo. Al ser el primer momento de reflexión y debate es preciso establecer las orientaciones explícitas necesarias, en relación con el tratamiento de aspectos propios de las capacidades de PC que se pretende potenciar. Es decir, fue en este momento cuando se expuso a los estudiantes que no las conocían cuáles son los distintos componentes de un argumento y se advirtió que había que emplear a partir de ese momento vocabulario específico sobre argumentación en cada intervención realizada en clase. Lo mismo se aplicó con el concepto de hipótesis. Cuando se realizó la primera formulación de hipótesis se explicó al alumnado qué es una hipótesis, cómo y por qué se formulan, y se procuró solicitar y advertir de sus usos y comprobaciones siempre que fuese oportuno desde este momento y a lo largo del resto de las sesiones de la SEA. Es preciso formar al alumnado en la realización correcta de estos procedimientos para que puedan comenzar a ponerlos en práctica de forma correcta durante las siguientes actividades.

### *Actividad de presentación de contenidos o “escuchan/preguntan” (20 minutos)*

Estas actividades se plantearon como un diálogo entre el docente y los educandos. En ellas se hizo especial énfasis en las relaciones de los contenidos con la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y la construcción social de la tecnología. Con este fin se utilizaron soportes visuales (diapositivas, webs, audiovisuales, etc.) para contextualizar la presentación teórica y atraer la atención del alumnado.

En concreto en la primera actividad de este tipo se introdujeron las nociones teóricas relativas a los contenidos: concepto de energía, propiedades de la energía y tipos de energía. Para ello se fomentó un debate activo donde se indujeron reflexiones sobre los tipos de energía y sus propiedades a partir de ejemplos cotidianos que se procuró que diesen los estudiantes.

### *Actividad de resolución de preguntas y consolidación (25 minutos)*

Con esta actividad se pretendió que el alumnado afianzase los esquemas de conocimiento sobre los contenidos curriculares y sus relaciones con los temas de NdCyT derivados de las reflexiones surgidas en anteriores debates. Para ello, por parejas, se les propuso dejar constancia de sus nuevos conocimientos dando respuestas a preguntas controvertidas que les permitieran seguir reflexionando de forma crítica sobre los contenidos trabajados. Finalmente, se inició la puesta en común de las respuestas, lo cual generó el último debate de la sesión, un espacio que sirvió para que se dieran las últimas reconstrucciones del conocimiento y quedase así consolidado el aprendizaje de los contenidos propios de la sesión.

## Segunda sesión

### *Actividad de introducción y reflexión sobre conocimientos previos (15 minutos)*

Para iniciar la sesión de una forma lúdica se utilizaron las adivinanzas elaboradas en Ortega-Quevedo (2016). Estas contienen un acertijo que conduce a un tipo de energía renovable (solar, eólica, hidráulica y biomasa). La actividad programada a partir de este material consistió en que el alumnado, por parejas, procurase resolver las adivinanzas siguiendo la rutina de pensamiento denominada “palabra, idea, frase” (Ritchhart et al., 2014). Dicha rutina trataba de que los educandos escribieran una palabra que les hubiera llamado la atención, una idea que les pareció significativa y una frase que les ayudó a comprender la adivinanza.

### *Actividad de presentación de contenidos “escuchan/preguntan” (20 minutos)*

Se mantuvieron los principios de la actividad implementada en la sesión anterior, pero en esta ocasión se puso el foco en abordar los impactos ambientales derivados de la explotación energética de recursos naturales, así como de las fuentes de energía renovables y no renovables.

### *Actividad de resolución de preguntas y consolidación (25 minutos)*

Se mantuvieron los principios de la actividad implementada en la sesión anterior.

## Tercera sesión

### *Actividad de introducción y reflexión sobre conocimientos previos (15 minutos)*

La actividad inicial propuesta para la tercera sesión parte de la rutina de pensamiento “ver, pensar, preguntarse” (Ritchhart et al., 2014). Esta rutina consistió en que los estudiantes observasen detenidamente un elemento audiovisual, reflexionen sobre qué significa e implica lo que están viendo, y que tuvieran la oportunidad de plantearse una serie de preguntas en base a ello. El ejercicio se realizó por parejas para promover la reflexión en pequeño grupo y que el alumnado pudiera encontrar la motivación al tratar de dar respuesta a sus curiosidades con el apoyo de un compañero. Posteriormente se trasladaron las reflexiones al gran grupo.

Antes de iniciar esta actividad conviene determinar si el alumnado tiene algún conocimiento previo sobre el concepto principal a tratar durante esta sesión, el *fracking* o fracturación hidráulica. En los casos en los que el alumnado no estaba familiarizado con este contenido se consideró preciso iniciar la sesión con la actividad de desarrollo para acercar el concepto al alumnado, de forma que se implementó en segundo lugar la rutina de pensamiento.

### *Actividad de presentación de contenidos “escuchan/preguntan” (20 minutos)*

En esta ocasión se abordó el *fracking* (presentación de la técnica de fracturación hidráulica y de extracción de hidrocarburos por parte de dicha técnica, presentación de posibles impactos ambientales derivados de esta técnica, así como sociales y económicos) mediante los principios explicados anteriormente. Es importante incitar al alumnado a sopesar los beneficios de la obtención de hidrocarburos mediante la técnica de *fracking* frente a los posibles impactos ambientales como culmen en el contraste entre beneficios y desventajas del uso de fuentes de energía renovables y no renovables.

### *Actividad de resolución de preguntas y consolidación (25 minutos)*

Se mantuvieron los principios de la actividad implementada en la sesión anterior.

### 3.2. Contextos de implementación

La presente investigación se ha centrado en alumnado de 6º curso de Educación Primaria (11-12 años) de centros de educación pública de Segovia.

En concreto, los centros que se han seleccionado como colaboradores en esta investigación son cuatro, y se han escogido según el denominado muestreo por conveniencia (Alaminos y Castejón, 2006). Este tipo de muestreo se aleja de la aleatoriedad de los muestreos probabilísticos y se realiza a partir de criterios subjetivos relacionados con los objetivos de la investigación y las posibilidades del grupo de investigación. Además, presenta una serie de ventajas para esta investigación como su sencilla ejecución, al no tener que realizar un marco de muestreo, y que su materialización es más económica en comparación con los muestreos probabilísticos. En concreto, el muestreo realizado se ha guiado por la facilidad de acceso al centro, aunque se ha perseguido escoger una selección muestral que sea lo más representativa posible del total de la población (Centros Educativos Públicos de Segovia). Asimismo, es preciso destacar que para acceder a los centros la investigadora solicitó permiso a inspección educativa (evaluación por un comité de la pertinencia del estudio, los instrumentos didácticos y de evaluación implementados y del impacto de la propuesta en la formación de los estudiantes); realizó una presentación del proyecto al equipo directivo y los maestros y maestras tutores de los grupos implicados, y obtuvo un consentimiento informado por parte de las familias de los participantes. De este modo, en la Tabla 3 se recoge el número de participantes y se presentan otras variables como el nivel cultural y económico de las familias de los participantes y la receptividad que los grupos mostraron a la metodología como variables que pueden afectar al estudio.

Tabla 3

*División los participantes por grupos de clase y sexo, niveles cultural y económico y receptividad a la metodología en el primer periodo de investigación*

Grupos de centros	Participantes			Nivel cultural	Nivel económico	Receptividad a la metodología
	Hombre	Mujer	Total			
Centro_1_Grupo_A	12	10	22	Medio	Medio	Medio
Centro_1_Grupo_B	12	9	21	Medio	Medio	Medio
Centro_2_Grupo_A	9	10	19	Alto	Medido/Alto	Medio
Centro_3_Grupo_B	11	8	19	Medio/bajo	Medio	Alto
Centro_4_Grupo_A	7	11	18	Bajo	Medio/bajo	Bajo
Centro_4_Grupo_B	5	13	18	Bajo	Medio/bajo	Bajo
	56	61	117			

Nota 1: la afinidad con la metodología se establece mediante conversaciones informales con los docentes naturales del aula, a través de las cuales se esclarece qué modelos y metodologías didácticas suele emplear el docente natural de cada uno de los grupos-clase, para después contrastar los mismos con los empleados en el modelo didáctico en el que se basa la SEA diseñada. Asimismo, esta información se contrasta con la propia percepción de la docente/investigadora y se registra en su propio diario de clase.  
Nota 2: el perfil socioeconómico de las familias participantes se establece mediante el análisis de los Proyectos Educativos de Centro y las entrevistas informales con los maestros y maestras naturales de cada grupo-clase.

### 4. Resultados

En las siguientes líneas, se expone el análisis del diario de clase en contraste con el análisis de las producciones infantiles. Dichos resultados se presentan organizados por las diferentes categorías de análisis: propiedades de la energía, tipos de energía, fuentes de energía renovables, fuentes de energía no renovables y el *fracking*.

#### 4.1 Propiedades de la energía

Sobre las propiedades de la energía, la docente expone en el diario “en cuanto a propiedades de la energía conocían todas menos la degradación”. Es decir, queda reflejado como la totalidad de los grupos demostraron conocer las principales propiedades de la energía (transferencia, transformación, transporte y conservación), a partir análisis del debate realizado en la actividad escuchan-preguntan de la primera sesión. Sin embargo, se apreció que los estudiantes no eran conscientes, en un principio, de la implicación de estas propiedades en su vida diaria, ni de su aprovechamiento en beneficio de la sociedad. “En un primer momento ninguno de los estudiantes sabía poner ejemplos sobre el uso cotidiano de las propiedades de la energía, sin embargo, después de enunciar ejemplos sobre algunas de las transformaciones energéticas que tenemos a nuestro alrededor han podido encadenar varios ejemplos de estos usos”.

También quedó recogido cómo se presentó la degradación de la energía, tal y como se describe en el epígrafe 2, concepto que no conocía ningún grupo de estudiantes. Al presentar este concepto se reforzó la diferencia entre energía y fuente de energía lo que ayudó a los estudiantes a comprender, en mayor profundidad, la conservación de la energía, tal y como señalan García-Carmona y Criado (2013). Asimismo, la docente destaca la construcción del conocimiento de forma grupal gracias al diálogo (Torres, 2014), señalando como los discentes de mayor nivel de aprendizaje dirigen los debates hacia nociones con más corrección científica sobre las distintas temáticas abordadas, ayudando al resto de compañeros a abandonar sus concepciones alternativas (cuestión que se repite a lo largo de todas las sesiones y temáticas tratadas formando un patrón).

Estas cuestiones quedaron reflejadas en las actividades realizadas en el cuaderno de trabajo del alumnado durante la primera sesión. En concreto, tras la evaluación de dichas actividades con la rúbrica elaborada, se han obtenido los siguientes resultados: ocho cuadernos de 52 (es importante tener en cuenta que las actividades del cuaderno de trabajo se realizan en pequeño grupo y por tanto la muestra total de cuadernos no se corresponde con la de alumnos) han obtenido un nivel de logro bajo, 36 un nivel intermedio y ocho un nivel alto. En cuanto a los resultados por grupo se identificó que el grupo con mejores efectos fue el del Centro 3 con un cuaderno en nivel de logro bajo, tres en nivel medio y tres en nivel alto. Esto contrasta claramente con el Centro 4 B como uno de los grupos con resultados más bajos con un cuaderno en nivel bajo y siete en nivel medio.

Se muestran las transcripciones de algunas afirmaciones de los alumnos recogidas en sus cuadernos que, según la rúbrica, se corresponden con el nivel de logro alto:

La energía[sic] se degrada demasiado y no sabemos aprovechar esa energía[sic] que se pierde correctamente (Centro 2)

Transformamos energía: al utilizar el secador para secarnos el pelo (Centro 3)

La energía eléctrica que llega a nuestros hogares proviene: de las centrales eléctricas como las nucleares, las térmicas[sic], las solares y las eólicas[sic] (Centro 1 A)

Por el contrario, algunos cuadernos muestran afirmaciones que se corresponden, según la rúbrica, con el nivel de logro bajo como se refleja en las siguientes transcripciones:

La energía eléctrica que llega a nuestros hogares proviene: de la energía[sic] solar (Centro 4 B)

Hay problemas energéticos porque: la energía se gasta (Centro 4 A)

## 4.2 Tipos de energía

En lo relativo a los tipos de energía, en el diario se esclarece que el único grupo en el que los participantes conocían todos los tipos tratados en la SEA es el perteneciente al Centro 3. En este centro, el alumnado tiene una comprensión profunda de cada uno de los tipos de energía y puede explicar su comportamiento en la naturaleza y en situaciones generadas por el ser humano. En el resto de los centros se destaca que manifiestan haber escuchado hablar de la energía mecánica. No obstante, según manifiesta la docente al final de la puesta en práctica de la actividad “escuchan-preguntan” de la primera sesión, “se consigue que los estudiantes avancen en sus conocimientos sobre los distintos tipos de energía y llegan a poner ejemplos de energía cinética”.

En el diario destacan como temáticas más discutidas en todos los grupos durante el debate de la actividad de consolidación de la primera sesión las siguientes: la diferencia entre el uso de la energía para sobrevivir y para hacernos la vida más fácil, y los procesos de obtención de suministro eléctrico en los distintos tipos de centrales eléctricas (tratado en profundidad en todos los grupos excepto en los del Centro 4, en el que no se pudo dedicar el tiempo a desarrollar esta temática en la actividad de consolidación por dificultades detectadas en el resto de actividades).

Esta evolución en los aprendizajes también se percibe en el análisis de las producciones, en el que según la evaluación realizada mediante la rúbrica los grupos de estudiantes que han obtenido un nivel de logro bajo han sido 11 de 52, seguidos por 35 con un nivel intermedio y seis con un nivel de logro alto. Asimismo, los mejores resultados obtenidos son los del Centro 3 con cuatro grupos con un nivel de logro intermedio y tres con nivel alto que destacan en comparación a otros grupos como el de Centro 1 A con cuatro cuadernos en nivel de logro bajo cinco en nivel medio y uno en alto. Algunos ejemplos de respuestas clasificadas en nivel de logro alto son las que se transcriben a continuación:

“la energía[sic] nos mantiene vivos y nos hace la vida más fácil[sic] con los electrodomesticos[sic]” (Centro 2)

“es necesario a parte[sic] de por cosas particulares como usar electrodomesticos[sic] por otras como comer y calentarnos” (Centro 3; referida al consumo de energía)

Se refleja también la transcripción de una de las respuestas clasificada en nivel de logro bajo:

Es necesario consumir energía: “porque si no no podríamos cubrir nuestras necesidades, por ejemplo: el movil[sic]”. (Centro 4 B)

Los resultados obtenidos coinciden con los presentados por Torres y Solbes (2016), quienes destacan una mejora en la comprensión de controversias socio-científicas tras el trabajo de las mismas y señalan cómo sus estudiantes son capaces de discernir “el potencial que tiene la ciencia para mejorar la vida, pero también ven sus impactos” (p. 56), pues en este caso se ha comprobado que los estudiantes, tras la intervención, perciben las necesidades energéticas en los distintos niveles y sus impactos.

## 4.3 Fuentes de energía renovables

Sobre las fuentes de energía renovables, en el diario se han recogido los conocimientos iniciales de los alumnos como se exponen a continuación:

- Solar. Solo los participantes del Centro 3 conocían el potencial de esta energía en el territorio español, así como las dos formas de aprovechamiento de esta (fotovoltaica y fototérmica). En otros centros como los dos grupos del Centro 1 y el grupo del Centro 2,

los estudiantes conocían las formas de aprovechamiento de esta fuente de energía, pero no su potencial en el territorio español. En los dos grupos del Centro 4, los discentes conocían el concepto de energía solar, pero no distinguían las formas de aprovechamiento, ni su potencial.

- Eólica. En este caso todos los grupos de todos los centros conocían el concepto y los aerogeneradores como tecnología que permite el aprovechamiento de esta fuente de energía. No obstante, solamente los estudiantes del Centro 3 conocían la posibilidad de colocar campos eólicos en espacios marítimos.
- Hidráulica. Los participantes de todos los grupos en esta ocasión comprendían el concepto y el procedimiento, pero no conocían las implicaciones que conlleva crear una central hidráulica (con la excepción de los estudiantes del Centro 3).
- Geotérmica. Los participantes de los dos grupos del centro 1 y del grupo del centro 2 comprendían el concepto y resaltaban ejemplos como los géiseres. Sin embargo, solo los discentes del Centro 3 conocían el escaso potencial de esta energía en el territorio español. Por otra parte, el alumnado del Centro 4 no había oído hablar ni del concepto, ni de la capacidad de aprovechamiento de esta energía en el territorio español.
- Energía obtenida del mar. En este caso, los únicos participantes que conocían esta forma de obtención de energía eran los del Centro 3, el resto no conocían el concepto ni su potencialidad en el territorio costero español.
- Biomasa. Los estudiantes de todos los grupos, excepto los del centro 4 grupo A, conocían el concepto de energía biomasa, aunque no eran conscientes de todo su potencial en zonas como la de la provincia de Segovia.

En base a estas reflexiones recogidas en el diario, se destacaron los conocimientos de los participantes del Centro 3, quienes tenían mayores conocimientos iniciales sobre la energía, lo que les permitió profundizar más que otros grupos en los contenidos transversales y en las reflexiones relacionadas con la interacción CTS. Esto puede deberse a que estos estudiantes tuvieron en cursos anteriores a la investigadora como maestra en prácticas y habían trabajado con anterioridad estos contenidos con menor grado de dificultad. A pesar de que no todos los centros tenían los mismos conocimientos iniciales, la docente destacó el papel que juegan la participación y el diálogo activo surgido en todos los grupos durante la actividad “escuchan-preguntan”, pues sirvió para que los participantes profundizaran en estos contenidos (incluso en los dos grupos del Centro 4, en el que se encontraron más dificultades para llevar a cabo las dinámicas dialógicas.). Asimismo, se resaltan como temáticas principales en los debates de la actividad de consolidación de esta sesión, las diferencias existentes entre los recursos energéticos de los que dispone el territorio español y los recursos que se utilizan en el territorio; y las formas de evitar los impactos ambientales, mediante el aprovechamiento de las fuentes de energía más próximas y las renovables.

Estas reflexiones de la docente se corresponden con los resultados obtenidos en las actividades realizadas. En la evaluación de dichos ejercicios mediante la rúbrica diseñada (véase Anexo), cuatro de 52 grupos de alumnos alcanzan un nivel de logro bajo, 29 intermedio y 19 alto. Esto indica que gran parte del alumnado obtiene niveles aceptables y elevados en la adquisición de conocimientos. Si desglosamos los resultados por grupo-clase se observa que los resultados más favorables se recogen en el Centro 3 con cinco cuadernos en nivel medio y dos en alto y los resultados menos favorables en el Centro 4 A con dos cuadernos en nivel bajo y seis en nivel alto.

Algunos ejemplos de respuestas de cuadernos clasificados en el nivel de logro alto son las siguientes transcripciones:

Fuentes de energía que abundan en España: “energía solar, eólica, hidráulica y biomasa” (Centro 2)

Ventajas de las fuentes de energía renovables: “que no se gastan y la mayoría[sic] no contaminan” (Centro 1 B)

Desventajas de las fuentes de energía renovables: nos dan poca energía[sic]” (Centro 3)

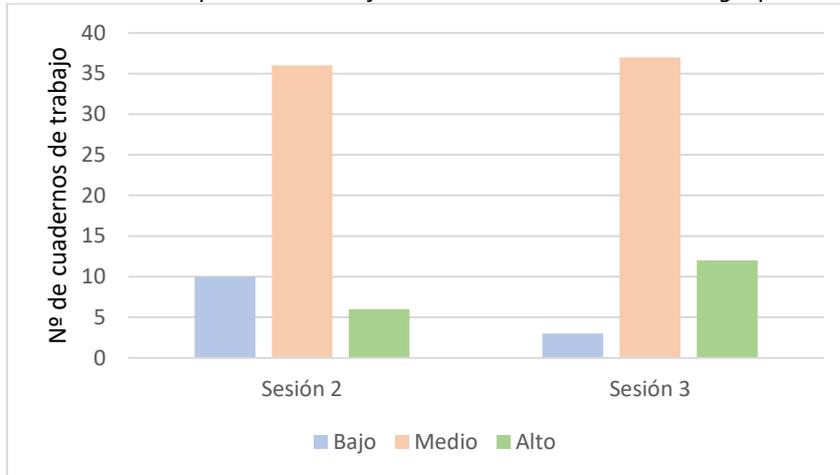
#### **4.4 Fuentes de energía no renovables y el *fracking***

En lo relativo a las fuentes de energía no renovables, en el diario se destacó cómo la totalidad de los participantes conocían las principales fuentes de energía no renovables y su uso en el contexto social, así como los principales impactos que podían causar en el medio. Como matices se destacó que en los dos grupos del Centro 1 y el grupo del Centro 3 los estudiantes conocían y comprendían con una mayor profundidad los riesgos, beneficios y consecuencias del uso de la energía nuclear. También resaltó que solo los participantes del Centro 3 supieron establecer más usos del carbón que su empleo en las barbacoas. Se señalaron los beneficios del uso de fuentes de energía no renovables como uno de los temas centrales del debate de la actividad de consolidación de la segunda sesión en todos los grupos. Probablemente este efecto fue debido a que inicialmente la mayoría de los participantes no eran capaces de señalar aspectos positivos de este tipo de fuentes de energía.

En relación con el concepto de *fracking* en el diario de la investigadora se muestra que “los únicos estudiantes que habían trabajado el *fracking* con anterioridad son los del Centro 3”. Como adaptación ante este hecho, la docente/investigadora consideró oportuno alterar el orden de la estructura de la sesión (actividad “escuchan-preguntan”, rutina de pensamiento, actividad de consolidación). La docente resalta que los participantes se interesaron activamente por el contenido de la sesión (presentación de la técnica de fracturación hidráulica y de extracción de hidrocarburos por parte de dicha técnica, presentación de posibles impactos ambientales derivados de esta técnica, así como sociales y económicos), los estudiantes realizaron diversas preguntas y participaron de forma continuada en el debate sobre los distintos riesgos y beneficios del *fracking* que se expusieron durante las actividades, aspectos que también quedaron reflejados en el cuaderno de trabajo durante la segunda y tercera sesión.

En la evaluación de dichas actividades, según el ítem correspondiente de la rúbrica (véase Anexo), se apreció una mejora en los conocimientos sobre las fuentes de energía no renovables de una sesión a otra. En la Figura 1 se pudo observar esta mejora, así como apreciar que el número de trabajos con un nivel de logro bajos se redujo (10 iniciales y tres en la última sesión), para aumentar aquellos de nivel intermedio (36 iniciales y 37 en la última sesión) y alto (seis iniciales y 12 en la última sesión).

Figura 1  
Resultados de las producciones infantiles relacionados con la energía por sesiones de trabajo



Algunos ejemplos de respuestas de los cuadernos clasificados en nivel de logro alto se muestran a continuación en las transcripciones:

Desventajas de las fuentes de energía no renovable: *se acaban* (Centro 1 A).

Desventajas de las fuentes de energía no renovable: *contaminan mucho y son difíciles<sup>[sic]</sup> de obtener* (Centro 1 B).

Ventajas de las fuentes de energía no renovable: *“la energía no renovable consigue más energía y mejor”* (Centro 2).

## 5. Conclusiones

Con respecto a la evolución en el aprendizaje de los participantes sobre contenidos relativos a la energía se concluye que: (1) el trabajo ligado al contexto de las propiedades de la energía, así como el abordaje de la degradación de la energía ha contribuido a que los estudiantes abandonen perspectivas ingenuas en relación con estos contenidos, como equiparar energía y fuente de energía, reduciendo expresiones como “la energía se gasta”. (2) Clasificar en distintos tipos de energía ayuda al alumnado a aproximar un concepto tan abstracto a su entorno próximo, así como a reflexionar sobre la energía necesaria para vivir (necesidades biológicas) y la energía para facilitarnos la vida y los impactos asociados a su uso excesivo. (3) La profundización en aspectos positivos y negativos de las distintas fuentes de energía ha permitido a los estudiantes comprender aspectos positivos de las fuentes de energía no renovables y negativos de las fuentes de energía renovables, además de reflexionar sobre la disposición de dichos recursos en su entorno próximo. Sendos aspectos hasta ahora habían quedado al margen de los conceptos aprendidos por los estudiantes, sin embargo, la reflexión sobre los mismos ha resultado clave para la comprensión a un nivel más profundo de la problemática energética actual. (4) Durante el análisis de estos resultados se resaltan como elementos clave para el aprendizaje el diálogo en la reconstrucción del conocimiento, la evaluación formativa como reductor en ese diálogo y las explicaciones con ejemplos reales cercanos al contexto del alumnado. Del mismo modo se destaca la afinidad a la metodología como elemento favorecedor de la implementación y del aprendizaje, pues tal y como se muestra el centro con más afinidad inicial a la metodología es el que ha obtenido mejores resultados.

## Referencias

- Acevedo, J. A., García-Carmona, A. y Aragón, M. M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Alaminos, A. y Castejón, J. L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Marfil.
- Almerich, G., Suárez-Rodríguez, J., Díaz-García, I. y Orellana, N. (2020). Estructura de las competencias del siglo XXI en alumnado del ámbito educativo. Factores personales influyentes. *Educación XX1*, 23(1), 45-74. <https://dx.doi.org/10.5944/educXX1.23853>
- Domènech-Casal, J. D. (2018). Concepciones de alumnado de secundaria sobre energía. Una experiencia de aprendizaje basado en proyectos con globos aerostáticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 191-213. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2462>
- 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. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v31n3.772>
- 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.
- 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.
- Ortega-Quevedo, V. (2016). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales en una Comunidad de Aprendizaje*. Universidad de Valladolid.
- Ortega-Quevedo, V., Gil Puente, C. y Vallés Rapp. (2022). Decisiones científico-tecnológicas y equilibrios en la ciencia y la tecnología. Una propuesta basada en el desarrollo del pensamiento. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1), 223-244. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p223>
- Pérez, M. C. y Valera, M. P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(2), 237-250. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92030206.pdf>
- Pintó, R. (2004). ¿Qué modelo de energía deseamos que construyan nuestros estudiantes de secundaria? *Alambique*, 42, 41-54.
- Pleasants, J. Clough, M. P., Olson, J. K. y Miller, G. (2019). Fundamental issues regarding the nature of technology. Implications for STEM Education. *Science & Education*, 28, 561-597. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00056-y>
- Ritchhart, R., Church, M. y Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento: cómo promover el compromiso, la comprensión y la independencia de todos los alumnos*. Paidós.
- Silvestrini, V. (2000). *Qué es la entropía*. Norma.
- Swartz, R. J. (2013). Thinking-based learning. Making the most of what we have learned about teaching thinking in the regular classroom to bring out the best in our students. *Educational Leadership*, 65(5), 1-24.

- Tenreiro-Vieira, C. y Vieira, R. M. (2020). Promover o pensamento crítico em contextos CTS: desenvolvimento de propostas didáticas para o ensino básico. *Indagatio Didactica*, 12(4), 471-484. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21823>
- Tenreiro-Vieira, C. y Vieira, R. M. (2021). Promover o pensamento crítico e criativo no ensino das ciências: propostas didáticas e seus contributos em alunos portugueses. *IENCI*, 26(1), 70-84. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>
- Torres, N. y Solbes, J. (2016) Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 43-65, <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1638>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024530002>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2018). Más allá de la comprensión científica: educación científica para desarrollar el pensamiento. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 309-336.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C. y Martins, I. (2010). Pensamiento crítico y literacia científica. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 65, 96-103.
- Zuñiga-González, L. y Valenzuela-González, A. (2020), Educación en energías renovables desde el enfoque CTS. *Pensamiento y Acción*, 28, 47-59.

Anexo. Rúbrica de evaluación de contenidos sobre contenidos relativos a la energía

	<b>Máximo nivel de logro</b>	<b>Nivel de logro medio</b>	<b>Nivel del logro bajo</b>
<b>Estándar 1: propiedades de la energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Narra el viaje de la energía eléctrica desde centrales de distinto tipo a sus hogares</li> <li>- Puede poner ejemplos sobre transformaciones energéticas</li> <li>- Comprender el proceso de degradación y conservación de la energía y no usa expresiones como “la energía se gasta”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Narra el viaje de la energía eléctrica desde centrales de un solo tipo a sus hogares</li> <li>- Puede poner pocos ejemplos sobre transformaciones energéticas</li> <li>- Comprender el proceso de degradación y conservación de la energía y ocasionalmente emplea expresiones como: “la energía se gasta”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No reconoce como llega la energía a sus hogares</li> <li>- No puede poner ejemplos sobre transformaciones energéticas</li> <li>- No transfiere la propiedad de conservación y degradación de la energía y aplica expresiones como: “la energía se gasta”</li> </ul>
<b>Estándar 2: tipos de la energía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprende la necesidad biológica de consumir energía y sabe poner ejemplos de su consumo</li> <li>- Comprende el uso de energía para facilitar aspectos de la vida cotidiana y pone ejemplos de uso sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene dificultades en la comprensión de la necesidad biológica de consumir energía y le cuesta poner ejemplos de estos usos</li> <li>- Comprende el uso de energía para facilitar aspectos de la vida cotidiana, pero no identifica formas de consumo sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No identifica el consumo de energía con nuestras necesidades biológicas</li> <li>- No comprende el uso de energía para facilitar aspectos de la vida cotidiana ni identifica formas de consumo sostenible</li> </ul>
<b>Estándar 3: Fuentes de energía renovable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce las fuentes de energía renovables trabajadas</li> <li>- Identifica desventajas de las distintas fuentes de energía renovable</li> <li>- Identifica ventajas de las fuentes de energía renovable</li> <li>- Identifica cuales de las fuentes de energía renovable tienen más rendimiento en su territorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce algunas de las fuentes de energía renovables trabajadas</li> <li>- Identifica algunas desventajas de las distintas fuentes de energía renovable</li> <li>- Identifica algunas ventajas de las fuentes de energía renovable</li> <li>- Identifica algunas de las fuentes de energía renovable que tienen más rendimiento en su territorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No reconoce las fuentes de energía renovable trabajadas</li> <li>- No identifica desventajas de las distintas fuentes de energía renovable</li> <li>- No identifica ventajas de las fuentes de energía renovable</li> <li>- No identifica las fuentes de energía renovable que tienen más rendimiento en su territorio</li> </ul>

---

<b>Estándar 4: Fuentes de energía no renovable</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce las fuentes de energía no renovable trabajadas</li> <li>- Identifica desventajas de las distintas fuentes de energía no renovable</li> <li>- Identifica ventajas de las fuentes de energía renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconoce algunas fuentes de energía no renovable trabajadas</li> <li>- Identifica algunas desventajas de las distintas fuentes de energía no renovable</li> <li>- Identifica algunas ventajas de las fuentes de energía renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No reconoce las fuentes de energía renovables trabajadas</li> <li>- No identifica desventajas de las distintas fuentes de energía no renovable</li> <li>- No identifica ventajas de las fuentes de energía no renovable</li> </ul>
--	---	---	---

---