



# Argumentación científica para el desarrollo del pensamiento crítico desde la educación en energías renovables

## Scientific Argumentation for the Development of Critical Thinking from Renewable Energy Education

Adriana Valenzuela González<sup>1</sup>

Laura Zúñiga González<sup>2</sup>

Patricia Gallego Torres<sup>3</sup>

### Resumen

Este documento tiene como propósito presentar una perspectiva de investigación de la argumentación científica desde una mirada de interacción social en la construcción de procesos de enseñanza de la ciencia, cuyo objetivo es el fortalecimiento del pensamiento crítico en estudiantes de educación secundaria a través de la formulación, validación, implementación y evaluación de un modelo de argumentación científica que promueva el reconocimiento de las energías renovables como una estrategia de reducción de los problemas ambientales. Se plantea una metodología de tipo mixto, con la intención de aprovechar sus componentes tanto cualitativos como cuantitativos. Como resultado se describen los elementos teóricos que permitirán la construcción de la propuesta de modelo argumentativo. Se concluye indicando la importancia de desarrollar procesos argumentativos a través de acciones educativas que fortalezcan en los ciudadanos el desarrollo del pensamiento crítico para que de una forma participativa puedan contribuir en la mitigación de los problemas ambientales actuales.

**Palabras clave:** argumentación científica, educación en energías renovables, pensamiento crítico.

### Abstract

The purpose of this presentation is to present a research perspective of scientific argumentation from a social interaction perspective in the construction of science teaching processes, whose objective is to strengthen critical thinking in secondary school students through the formulation, validation, implementation and evaluation of a scientific argumentation model that promotes the recognition of renewable energies as a strategy to reduce environmental problems. A mixed type methodology is proposed, with the intention of taking advantage of both its qualitative and quantitative components. As results, the theoretical elements that will allow the construction of the argumentative model proposal are described. It concludes by indicating the importance of developing argumentative processes through educational actions that strengthen citizens' development of critical thinking so that in a participatory way they can contribute to the mitigation of current environmental problems.

**Keywords:** scientific argumentation, education in renewable energy, critical thinking.

<sup>1</sup> Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. <https://orcid.org/0000-0002-4241-1823> [adriana.valenzuela@gmail.com](mailto:adriana.valenzuela@gmail.com)

<sup>2</sup> Estudiante del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. <https://orcid.org/0000-0001-6002-8345> [lzuniga0112@gmail.com](mailto:lzuniga0112@gmail.com)

<sup>3</sup> Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia, <https://orcid.org/0000-0002-6654-3177> [adpgallegot@udistrital.edu.co](mailto:adpgallegot@udistrital.edu.co)

## 1. Introducción

Desde hace algunas décadas, la argumentación es considerada como una habilidad esencial para la formación científica ciudadana (Felton et al., 2015); Nielsen, 2012; Duschl & Osborne, 2002; Jiménez-Aleixandre, Bugallo & Duschl, 2000; Newton, Driver & Osborne, 1999, debido a que los procesos argumentativos constituyen una práctica esencial en la construcción del conocimiento científico, a través de la crítica, la replicación y la evaluación (Dawson, & Carson, 2017).

Considerando estos antecedentes de investigación sobre procesos argumentativos, se hace necesario enfocar el problema de investigación a través de la siguiente pregunta: ¿Cómo desarrollar el pensamiento crítico a través del fortalecimiento de procesos de argumentación científica de los estudiantes de educación secundaria para identificar las energías renovables como estrategia de reducción de los problemas ambientales en el municipio de Soacha-Cundinamarca?

Para dar respuesta a este interrogante, se estructuran tres categorías que se establecen como ejes en la búsqueda documental y construcción teórica: argumentación científica, educación en energías renovables y pensamiento crítico, categoría de gran incidencia en el desarrollo de los procesos argumentativos, pues investigar sobre las rutinas comunicativas y las prácticas cognitivas de la vida cotidiana en diversas comunidades, permite la comprensión del desarrollo cognitivo en contextos familiares e institucionales (Rogoff & Chavajay, 2004).

En línea con la perspectiva de interacción social desde la cual es vista la argumentación en este proyecto de investigación, se adoptará el enfoque sociocultural (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1991) citados por Jiménez-Aleixandre y Erduran, (2007) «al señalar el papel de la interacción social en los procesos de aprendizaje y pensamiento, y afirman que los procesos de pensamiento superior se originan a partir de actividades socialmente mediadas, particularmente a través de la mediación del lenguaje», (p. 4), lo que implica el reconocimiento de diferentes puntos de vista y el fortalecimiento de la participación ciudadana a través del discurso y del fortalecimiento de estrategias de enseñanza de la ciencia en las que se estructuren tareas, y a través de la implementación y evaluación de un modelo argumentativo, los estudiantes de Educación Secundaria alcancen una apropiación del discurso que circula en el aula a situaciones ambientales que ocurren en su entorno social.

En este sentido, los argumentos necesarios para explicar el uso y el abuso de las energías renovables permitirán construir no solo conocimiento en el tema, sino generar posturas críticas frente a esta problemática tan necesaria para la humanidad en estos momentos (Ocetkiewicz, Tomaszewska, & Mróz, 2017; Martín-Gámez, & Erduran, 2018).

## 2. Fundamentación teórica

### Argumentación científica

Durante las tres últimas décadas, la argumentación se ha incluido en el proceso de enseñanza de la ciencia, contemplando diversos enfoques y propósitos educativos que ha dejado un amplio espectro de posibilidades de desarrollo respecto a las habilidades argumentativas

que se espera abordar en las aulas de clase. El amplio panorama de investigaciones que se encuentran disponibles sobre argumentación científica escolar y la propuesta de modelos argumentativos como Toulmin, 1958; Giere, 1991; Schwarz, Neuman, Gil ve İlya, 2003; Zohar y Nemet, 2002; Kelly y Takao, 2002; Lawson, 2003; Sandoval, 2003; McNeill, Lizotte, Krajcik, Marx 2006, entre otros, citados por Aktamis y Higde (2015) «dan cuenta de la importancia de formular modelos argumentativos que se ajusten a entornos educativos concretos y que puedan dar respuesta a las necesidades educativas específicas».

La multiplicidad de enfoques a través de los cuales se han diseñado procesos de enseñanza, en los que se incluye el desarrollo de la competencia argumentativa, permiten obtener «una visión sobre el aprendizaje de las ciencias en términos de la apropiación de las prácticas comunitarias que promueven los modos de comunicación requeridos para sostener el discurso científico» (Kelly & Chen, 1999; Lemke, 1990; Mason, 1996), citados por Jiménez-Aleixandre y Erduran, (2007, p. 4). La argumentación es un componente imprescindible en el discurso que se aborda en el aula de ciencias, pero adquiere aún mayor relevancia cuando es utilizado en situaciones sociales que implican un análisis crítico, una mirada respecto a las consecuencias sociales, ambientales, que puede tener para un ciudadano alguna situación que implique un conocimiento científico.

«La argumentación desempeña un papel central en la construcción de explicaciones, modelos y teorías (Siegel, 1995) a medida que los científicos usan argumentos para relacionar la evidencia que seleccionan con las afirmaciones que alcanzan mediante el uso de órdenes y respaldos (Toulmin, 1958, p. 4), citados por Jiménez-Aleixandre y Erduran (2007) razón por la cual debe promoverse la argumentación en el aula de ciencias.

Como contribuciones de la argumentación en la enseñanza de las ciencias se abordarán dos aspectos de los cinco elementos propuestos por Jiménez-Aleixandre y Erduran (2007). En primer lugar, se articula el fortalecimiento de procesos argumentativos al «desarrollo de competencias comunicativas y particularmente el pensamiento crítico», (p. 4), de los estudiantes de educación secundaria, a través de la formulación del modelo de argumentación científica. En segundo lugar, contribuye a «la alfabetización científica y el empoderamiento de los estudiantes para hablar y escribir los idiomas de la ciencia», (p. 4), a través de situaciones de aprendizaje que involucren la educación en energías renovables y de problemáticas ambientales que se encuentran en el entorno social y ambiental más cercano al ámbito escolar.

Tal como sugiere Kuhn (2010), la argumentación puede ser considerada una ventana por la cual acceder a los modos de pensar de los estudiantes y sus producciones como una forma viable de valorar sus aprendizajes, una forma de poner en contexto las conclusiones, propuestas y análisis que realizan. Pone en evidencia los aportes que estos realizan después de la comprensión de conceptos y da paso al proceso propositivo, espacio que se debe abrir en forma significativa en la escuela para formar un «alumnado crítico y capaz de optar entre los diferentes argumentos que se le presenten, de manera que pueda tomar decisiones en su vida como ciudadanos» (Sarda, & Sanmartí, 2000, p. 407). De ahí la importancia de la formación argumentativa en ciencias naturales, ya que se «ha convertido en una prioridad para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, por su promoción de la interacción social y por

su contribución al desarrollo de procesos metacognitivos en los estudiantes y profesores» (Sánchez, González, & García, 2013, p. 24).

### **Pensamiento crítico**

«Uno de los componentes del pensamiento crítico que se reconoce hoy como determinante, incorpora la dimensión del lenguaje y, de manera particular, la argumentación» (Tamayo, Zona & Loaiza, 2015, p. 119), es decir, si se propende por el desarrollo del pensamiento crítico, debe atenderse el fortalecimiento de propuestas de enseñanza de las ciencias que involucre el fortalecimiento de procesos argumentativos, que mejore la comprensión y que potencie a los estudiantes en futuros agentes de transformación social.

Seguendo los planteamientos de Facione y Angelo, citados por Rahmawati, Amalia y Budi, (2020), «el pensamiento crítico se refiere a la capacidad de pensar, analizar, sintetizar e identificar y resolver problemas de manera efectiva» (p. 98), es decir, son diferentes procesos de pensamiento que requieren ser afianzados para culminar con el último estadio, vinculando aspectos de carácter social, legal y medioambiental a las problemáticas que se presentan en los contextos en los que se encuentran.

Según Ennis (1962), citado por Rahmawati, Amalia y Budi, (2020), el pensamiento crítico es razonamiento y pensamiento reflexivo al tomar decisiones basadas en sus creencias; las decisiones que se tomen proceden de forma posterior a un proceso de análisis y reflexión holística que permite articular las diferentes perspectivas que permean la situación medioambiental, incluyendo las creencias de quienes actúan en pro del mejoramiento ambiental.

Otro de los enfoques que se encuentra desde una óptica del desarrollo del pensamiento crítico es el que aborda Facione (2006), citado por Rahmawati, Amalia y Budi, (2020), en el que los conceptos más básicos del pensamiento crítico son la capacidad de interpretar, analizar, evaluar, inferir, explicar y autorregularse, es decir, va más allá de la intervención externa que se pueda ejercer a un objeto, una situación o un fenómeno y lo que pretende es que se logre finalmente un proceso de autorregulación: «los pensadores críticos fuertes pueden hacer dos cosas más. Pueden explicar lo que piensan y cómo llegaron a ese juicio. Y pueden aplicar sus poderes de pensamiento crítico a sí mismos y mejorar sus opiniones anteriores» (Facione, 2015, p. 7).

Esta capacidad de «mejorar sus opiniones anteriores», es el estadio de pensamiento crítico que se espera alcanzar con los estudiantes a través del desarrollo de los procesos argumentativos, puesto que, en la actualidad, uno de los principales objetivos de la educación es el desarrollo de «la habilidad de resolver problemas, adoptar una postura crítica y con criterio ético respecto a los cambiantes avances tecnológicos y científicos en el siglo XXI».

Para finalizar, es prioritario destacar que si en el proceso de aprendizaje actual, «los estudiantes no están conectados con problemas que ocurren en la comunidad, no pueden aplicar varios conceptos o ideas para estudiar un problema y no están involucrados efectivamente en proporcionar argumentos de apoyo» (Rahmawati, Amalia, & Budi, 2020, p. 98). Difícilmente se logrará el propósito educativo de alcanzar una comprensión de la problemática ambiental en la que se consideren los diferentes aspectos de tipo teórico, social y legal, que se espera

estén involucrados para aportar alternativas de solución a las diversas y complejas problemáticas ambientales por las que atraviesa el mundo en la actualidad.

### **Educación en energías renovables**

Actualmente ha surgido la necesidad de incrementar la producción energética que supla las demandas mundiales, cuyos factores de crecimiento están determinados por razones diversas, como el aumento de la población, el rápido desarrollo y la urbanización, (Guven y Sulun, 2017), (Ballesteros y Gallego, 2019a). Sin embargo, en el proceso de consecución de los recursos energéticos, la depredación y el uso de los recursos de la naturaleza ha sido inclemente, hasta el punto de llegar casi a la extinción de elementos naturales, así como al recrudecimiento de fenómenos naturales como el calentamiento global, entre otros, que afectan a la población a nivel mundial. En este sentido, es necesario desarrollar procesos de sensibilización ambiental en la producción de energía a través de la educación energética, que pueda darse desde los primeros niveles de escolarización, y que permita la generación de cambios en la forma en que se comprende el uso y la transformación de la energía (Ballesteros & Gallego 2019b).

El proceso de educación en energías renovables se constituye en un papel mediador que considera las necesidades sociales y ambientales de los contextos en los que puedan establecerse sus propuestas. Sus propósitos principales son lograr una aceptación social de las energías Renovables ER, permitir que los estudiantes se conviertan en consumidores de energía responsables, y que estos desarrollen actitudes proambientales, (Zyadin, Puhakka, Ahponen, Cronberg y Pelkonen, 2012). Diferentes investigaciones (DeWaters y Powers, 2011; Lee, Lee, Altschuld & Pan, 2015), han reconocido la necesidad de que la educación en energías renovables pueda darse a niños y adolescentes de tal forma que influya en el comportamiento del consumo de energía en la edad adulta. En este sentido, «educar a las nuevas generaciones para que sepan leer y escribir sobre energía es esencial para conservar la energía y garantizar la sostenibilidad» (Lee, Lee, Wu & Pan, 2019).

Kandpal y Garg (1999), plantearon los siguientes objetivos de la educación en energías renovables, postulados que aún conservan vigencia y que se hace necesario incluir en los programas de educación en energía renovable, tanto en la escuela, como fuera de ella:

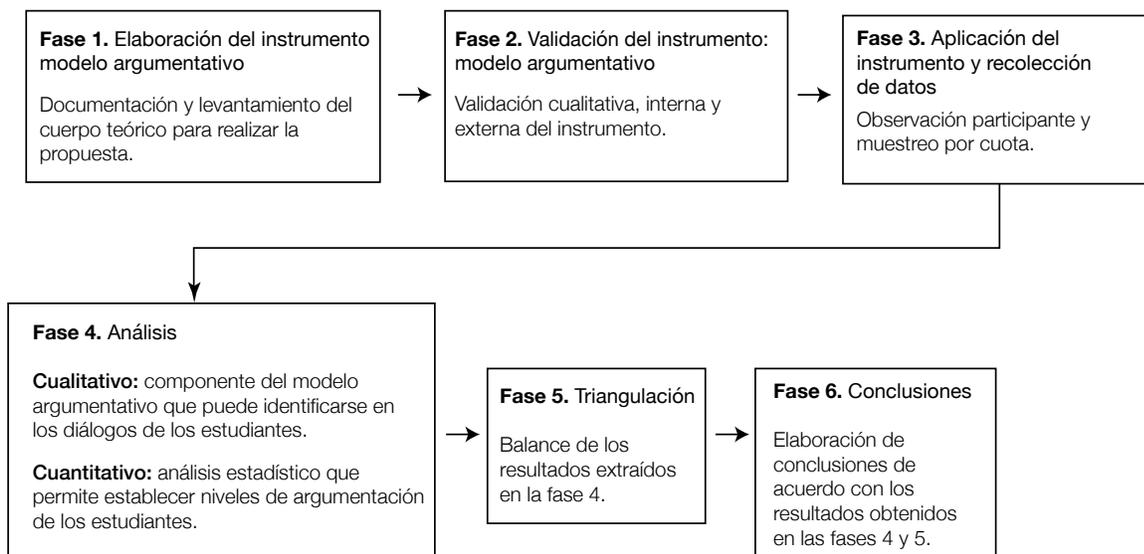
- (i) Desarrollar una conciencia entre los estudiantes sobre la naturaleza y la causa de la crisis energética actual.
- (ii) Concienciar a los estudiantes sobre diversos tipos de fuentes de energía no renovables y renovables, el potencial de sus recursos y las tecnologías existentes para aprovecharlos.
- (iii) Proporcionar a los estudiantes las habilidades necesarias para aprovechar diversas fuentes de energía.
- (iv) Hacer que los estudiantes comprendan las consecuencias de varias medidas de políticas relacionadas con la energía (p. 74).

Los objetivos anteriores demuestran que el papel de la ciudadanía es fundamental en el cambio de perspectiva en cuanto al uso de energías, puesto que el proceso de concienciación, desarrollo de valores y actitudes, y la comprensión en general de las consecuencias del uso de energías, solo puede lograrse cuando existe participación y una buena comunicación que propicie la toma de decisiones en la comunidad (Liarakou, Gavrilakis & Flouri, 2009). Asimismo, se necesitan actitudes sociales que permitan divulgar los beneficios de un cambio de modelo energético.

### 3. Metodología

Se plantea una metodología de tipo mixto, con la intención de aprovechar sus componentes tanto cualitativos como cuantitativos (Creswell, 2014). La población a la que está dirigida comprende estudiantes de grado noveno (14-16 años) de básica y secundaria de la Institución Educativa Ciudad Verde, en el municipio de Soacha. El diseño metodológico está estructurado en seis fases, como se indican en la Figura 1.

**Figura 1**  
Fases de la investigación



Fuente: elaboración propia.

### 4. Resultados

Se pretende implementar de forma exitosa un modelo de argumentación científica que fortalezca en los estudiantes de educación secundaria la competencia argumentativa con el

objetivo de que, a través del análisis de textos escritos que se presentan en la clase de ciencias y la ejecución del modelo propuesto, se establezcan premisas sólidas respecto a las energías renovables como alternativa eficaz en la reducción de las problemáticas ambientales del municipio de Soacha.

Como resultado parcial, se considera la construcción teórica partiendo del rastreo y análisis documental de las categorías conceptuales, lo que permitirá la estructuración del modelo a través del cual se podrá realizar una clasificación de los procesos argumentativos de los estudiantes. Del mismo modo, le permitirá al docente de ciencias obtener un diagnóstico de esta competencia en sus estudiantes y convertir la clase en un espacio pedagógico para el desarrollo del pensamiento crítico, cuyo propósito es generar un «impacto social de la ciencia» (Pinch, 2015).

## 5. Conclusiones

Acudir a los procesos argumentativos en la educación científica supone comprender la naturaleza del conocimiento científico y sus objetivos para la enseñanza científica y escolar, así como para la enseñanza de las ciencias para la ciudadanía. Esto implica que los estudiantes no solo deben comprender los conceptos bajo los cuales se desarrolló la ciencia, sino que deben ser capaces de aplicarlos en su vida diaria y, más aun, en el momento histórico que atravesamos actualmente, donde el cuidado del medio ambiente y las fuentes energéticas son el principal camino para evitar que se extinga la raza humana. En este sentido, acudir a los procesos argumentativos resulta imperativo a la hora de coconstruir una visión más adecuada de la naturaleza de la ciencia y desarrollar perspectivas críticas en los estudiantes que les permitan procesos de enseñanza-aprendizaje alejados de los modelos habituales de transmisión-recepción.

## 6. Referencias bibliográficas

- Aktamiş, H., & Hiğde, E. (2015). Assessment of Argumentation Models Used in Science Education. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(35), 136-172.
- Ballesteros-Ballesteros, V., & Gallego-Torres, A. P. (2019a). La educación en energías renovables desde las controversias sociocientíficas en la educación en ciencias. *Revista Científica*, 2(35), 192-200 <https://doi.org/10.14483/23448350.1486>
- Ballesteros-Ballesteros, V., & Gallego-Torres, A. P. (2019b). Modelo de educación en energías renovables desde el compromiso público y la actitud energética. *Revista Facultad de Ingeniería*, 28(52), 27-42.
- Dawson, V., & Carson, K. (2017). Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 1-16.
- DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699-1710.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2001). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Facione, P. A. (2011). Critical thinking: What it is and why it counts. *Insight assessment*, (1), 1-23.

- Felton, M., García-Mila, M., Villarroel, C., & Gilabert, S. (2015). Arguing collaboratively: Argumentative discourse types and their potential for knowledge building. *British Journal of Educational Psychology*, 85(3), 372-386.
- Guven, G., & Sulun, Y. (2017). Pre-service teachers' knowledge and awareness about renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (80), 663-668.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An overview. En *Argumentation in science education* (pp. 3-27). Springer.
- Kandpal, T. C., & Garg, H. P. (1999). Energy education. *Applied Energy*, 64(1-4), 71-78.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94(5), 810-824.
- Lee, L. S., Lee, Y. F., Altschuld, J. W., & Pan, Y. J., (2015). Energy literacy: Evaluating knowledge, affect, and behavior of students in Taiwan. *Energy Policy*, (76), 98-106.
- Lee, L. S., Lee, Y. F., Wu, M. J., & Pan, Y. J. (2019). Un estudio de alfabetización energética entre estudiantes de enfermería para examinar las implicaciones en los esfuerzos de conservación de energía en Taiwán. *Política Energética*, 135.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C., & Flouri, E. (2009). Secondary school teachers' knowledge and attitudes towards renewable energy sources. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 120-129.
- Martín-Gámez, C., & Erduran, S. (2018). Comprensión de la argumentación sobre cuestiones socio-científicas en materia de energía: un estudio cuantitativo con profesores de formación inicial en España. *Investigación en Educación Científica y Tecnológica*, 36(4), 463-483.
- Newton, P., Driver, R., & Jonathan, O (1999). El lugar de la argumentación en la pedagogía de la ciencia escolar. *Revista Internacional de Educación en Ciencias*, 21(5), 553-576.
- Nielsen, B. L. (2012). Science teachers' meaning-making when involved in a school-based professional development project. *Journal of Science Teacher Education*, 23(6), 621-649.
- Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B., & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development. The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (80), 92-97.
- Pinch, T. (2015). Scientific Controversies. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 21(2), 281-286.
- Rahmawati, Y., Amalia, R., & Budi, S. (2020). Challenging Students' Critical Thinking Skills: Integrating Socio-critical and Problem-oriented Approach in Nanoscience and Nanotechnology Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(1), 98-104.
- Rogoff, B., & Chavajay, P. (2004). Las bases culturales del desarrollo cognitivo. Evolución de la investigación en este campo en Norteamérica. *Revista Educación y Pedagogía*, 16(39), 121-159.
- Sánchez, L., González J., & García, Á. (2013). «La argumentación en la enseñanza de las ciencias». *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 1(9), 11-28.
- Sardà, J., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un repte de les classes de ciències. *Ensenanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Tamayo, O. E., Zona, R., & Loaiza, Y. E. (2015). El pensamiento crítico en la educación. Algunas categorías centrales en su estudio. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 11(2), 111-133.
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, (45), 78-85.