

¿PREPARADOS PARA LA ACCIÓN CLIMÁTICA AL FINALIZAR LA EDUCACIÓN PRIMARIA?

BEATRIZ ROBREDO / RUBÉN LADRERA

Resumen:

El escenario climático actual exige que los y las estudiantes desempeñen un papel activo frente al mismo, para lo cual se requiere su correcta alfabetización al respecto. Nuestro objetivo general ha sido determinar el conocimiento y las acciones del alumnado al finalizar la etapa de educación primaria, en torno a este fenómeno, sus causas y consecuencias. Se realizó una encuesta a 104 estudiantes de cuatro centros educativos de La Rioja (España). Entre los resultados obtenidos cabe destacar que el alumnado tiene dificultades para describir el cambio climático e identificar sus causas y consecuencias, muestra confusión con otros problemas ambientales y presta escasa atención a aspectos locales y, especialmente, al componente social. Asimismo, muestra un escaso compromiso con la actualidad climática y un insuficiente desarrollo de acciones contra el cambio climático en su vida cotidiana.

Abstract:

The current climate scenario needs students to play an active role, which in turn requires them to be environmentally literate. Our general objective has been to determine students' knowledge and actions related to the climate crisis, its causes, and its consequences, upon completion of their elementary education. A survey was completed by 104 students in four schools of La Rioja (Spain). The results underline that students experience difficulties in describing climate change and identifying its causes and consequences, confuse climate change with other environmental problems, and pay little attention to local aspects, in particular the social component. They also show limited commitment to the current climate situation and insufficient participation in actions against climate change in their daily life.

Palabras clave: educación básica; educación ambiental; cambio climático; conocimiento; acciones.

Keywords: elementary education, environmental education, climate change, knowledge, actions.

Beatriz Robredo y Rubén Ladrera: investigadores de la Universidad de La Rioja, Departamento de Agricultura y Alimentación, Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. C/Madre de Dios 51, 26006, Logroño, España. CE: beatriz.robredo@unirioja.es (ORCID: 0000-0002-8755-4051); ruben.ladrera@unirioja.es (ORCID: 0000-0002-5172-3271).

Introducción

La concentración de CO₂ en la atmósfera ha superado por primera vez, desde que el ser humano habita la Tierra, las 415 partes por millón (ppm), lo cual está generando una alteración climática global de gran intensidad (IPCC, 2019). El aumento de las emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GEI) está relacionado con nuestros propios modelos de vida (consumo, ocio, dieta, etc.), que implican un uso importante de combustibles fósiles a través de la industria, agricultura y ganadería intensivas, producción eléctrica o transporte (Parveen, 2019). Las consecuencias del cambio climático (CC) son multifacéticas y complejas: deshielo de glaciares y aumento del nivel del mar, fenómenos climáticos extremos, afecciones a la biodiversidad o disminución de la producción de alimentos y las consiguientes consecuencias económicas y sociales (Nefat y Benazić, 2019). Estas consecuencias se hacen patentes en todo el planeta, aunque algunas áreas son especialmente vulnerables, como la región mediterránea, en la que las alteraciones de las variables climáticas superan las tendencias mundiales (Cramer, Guiot, Fader, Garrabou *et al.*, 2018).

Ese escenario climático requiere un tratamiento adecuado en los programas educativos, teniendo en cuenta que uno de los objetivos de la educación es que el alumnado conozca la naturaleza de los problemas ambientales, para que pueda actuar de forma responsable en el futuro (García y Lima de Oliveira, 2012). Estudiantes y jóvenes son tratados comúnmente en la literatura sobre el CC como víctimas que requieren protección por parte de las personas adultas (Tanner, 2010). Sin embargo, el estudiantado se posiciona de forma cada vez más evidente como “agente de cambio” ante este problema ambiental (Walker, 2017) y debemos considerar y facilitar esa condición, teniendo en cuenta que la crisis climática es uno de los problemas sociales más evidentes al que deberá enfrentarse en un futuro inmediato (Borge y Mochmann, 2019). Esta facilitación pasa por una correcta formación en materia de cambio climático desde enfoques y disciplinas muy variadas.

El cambio climático es un aspecto ampliamente incluido en los planes de estudio de los diferentes países (Liarakou, Athanasiadis y Gavrilakis, 2011). En España, el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014), por el que se establece el currículo básico de educación primaria, incluye “El cambio climático: causas, y consecuencias” como contenidos a trabajar dentro de la asignatura troncal Ciencias sociales, concretamente en el bloque 2, “El mundo en que vivimos”. Asimismo, y

de acuerdo con los estándares de aprendizaje evaluables, el alumnado debe saber explicar, al final de la educación primaria, estos aspectos, así como las actuaciones responsables para frenar este fenómeno. Sin embargo, numerosos estudios realizados en diferentes países indican que el alumnado de educación primaria y secundaria desconoce aspectos clave del CC y muestra confusión en torno a este problema (Francis, Boyes, Qualter y Stanisstreet, 1993; Fisher, 1998; Liarakou, Athanasiadis y Gavrilakis, 2011; Azeiteiro, Bacelar, Santos, Talhadas *et al.*, 2018). Cabe destacar la tendencia a confundir el efecto invernadero con la degradación de la capa de ozono o considerar esta degradación como la causa del calentamiento global (Boyes y Stanisstreet, 1993; Rye, Rubba y Wiesemayer, 1997; Khalid, 2003).

Ese tipo de ideas alternativas se repite entre el alumnado de educación secundaria en España (Punter, Ochando y García, 2011; García y Lima de Oliveira, 2012). Sin embargo, no hemos encontrado en la bibliografía investigaciones que intenten determinar el conocimiento de estudiantes de educación primaria sobre el cambio climático en este país, a pesar de la importancia de identificar posibles ideas alternativas desde una edad temprana (Groves y Pugh, 1999). Asimismo, García-Vinuesa y Meira-Cartea (2019) consideran que no se ha alcanzado una masa crítica necesaria en la investigación educativa en torno del CC, de manera que debemos profundizar en nuestro conocimiento sobre cómo la sociedad contemporánea comprende este fenómeno y actúa. La investigación educativa debe situar el CC como uno de sus centros de interés (García-Vinuesa y Meira-Cartea, 2019) y el desarrollo de estudios de este tipo en educación primaria cobra especial relevancia, al haberse realizado menos esfuerzos en esta etapa educativa hasta la fecha. Estos estudios no deberán centrarse únicamente en determinar la alfabetización científica del alumnado en materia de CC. De acuerdo con diferentes autores (González Gaudiano y Meira Cartea, 2009; González Gaudiano, 2012; Arias y Rosales, 2019), será necesario determinar también su conocimiento sobre la dimensión social de este fenómeno, la cual ha recibido mucha menor atención en programas educativos y medios de comunicación, pero que resulta clave incorporar para la correcta construcción de medidas de respuesta. Asimismo, resulta imprescindible determinar el nivel de compromiso del alumnado en su vida cotidiana frente al cambio climático.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, nos preguntamos si se alcanzan los estándares de aprendizaje evaluables en educación primaria en torno al

tema objeto de estudio; es decir, si el alumnado sabe explicar el fenómeno del CC y conoce sus causas y consecuencias, así como las actuaciones responsables para frenarlo. Para responder a estas preguntas, el objetivo general ha sido determinar el conocimiento y las acciones del alumnado en torno del cambio climático al finalizar la etapa de educación primaria.

En concreto, los objetivos específicos han sido los siguientes: *a)* investigar las ideas básicas del alumnado del último curso de educación primaria sobre el concepto de cambio climático; *b)* determinar si son capaces de identificar sus principales causas y consecuencias de tipología variada (climáticas, ecológicas, sociales, etc.); y *c)* conocer la implicación del alumnado en la lucha frente al cambio climático a través de las acciones que desarrollan para combatirlo. Los resultados obtenidos nos ayudarán a conocer los aspectos que deben reforzarse en las aulas de esta etapa educativa, de modo que puedan resultar de utilidad tanto para mejorar el proceso de aprendizaje como para la creación de material educativo apropiado.

Metodología

Alcance del estudio y muestra

Para el desarrollo del estudio se elaboró un cuestionario en línea mediante la herramienta “Formulario de Google”. Se distribuyó a lo largo del último trimestre del curso 2018-2019 a 104 estudiantes de sexto grado de educación primaria (el último curso de este nivel educativo, 11-12 años). Las y los estudiantes pertenecían a cuatro Centros de Educación Primaria (CEIP) de la Comunidad Autónoma de La Rioja (norte de España), ubicados en zonas rurales y urbanas, en barrios con características socioeconómicas muy diversas. De esta manera, se trató de buscar la mayor diversidad posible de estudiantes que formaran una muestra representativa de la población de sexto curso de primaria en La Rioja.

Cuestionario

Se elaboró un formulario de seis preguntas abiertas y cerradas (figura 1) basado en otras encuestas utilizadas en la bibliografía (Boyes y Stanisstreet, 1993; Francis *et al.*, 1993; Liarakou, Athanasiadis y Gavrilakis, 2011; Jafer, 2019). La encuesta incluyó preguntas sobre la existencia de cambio climático (pregunta 1), el propio concepto de dicho fenómeno (pregunta 3), las causas que lo generan (preguntas 2 y 4), sus consecuencias (pregunta 5) y las acciones del alumnado para combatir este problema ambiental (pregunta 6) (figura 1).

FIGURA 1

Preguntas del cuestionario en línea al que respondió el alumnado objeto del presente estudio

1. ¿Crees que existe un cambio climático en la actualidad?*
 - a. Sí
 - b. No
2. Si crees que sí, indica por qué ocurre el cambio climático*
 - a. Por causas naturales
 - b. Por acción del ser humano
 - c. Ambas cuestiones afectan
3. Explica brevemente en qué consiste el cambio climático.
4. Indica cuáles de los siguientes elementos son responsables del cambio climático.#
 - a. Aumento de la radiación solar
 - b. Calefacción en los hogares
 - c. Consumo elevado de luz
 - d. Lluvia ácida
 - e. No reciclar
 - f. Consumo de productos fabricados en otros países
 - g. Consumo elevado de agua en las casas
 - h. Tala de bosques
 - i. El agujero de la capa de ozono
 - j. Elevado consumo de carne
 - k. Vehículos a motor (coche, camiones, autobuses...)
5. Indica algunas de las consecuencias que puede provocar el cambio climático.#
 - a. Deshielo de los polos
 - b. Lluvias torrenciales e inundaciones
 - c. Aumento de la lluvia ácida
 - d. Hambrunas y migraciones de personas a otros países
 - e. Disminución general de caudal de los ríos
 - f. Aumento del agujero de la capa de ozono
 - g. Aumento de la temperatura
 - h. Extinción de especies
 - i. Mayor contaminación de los océanos
 - j. Disminución de las cosechas agrícolas y aumento del precio de los alimentos
 - k. Mayor frecuencia e intensidad de sequías
6. ¿Qué acciones llevas a cabo para luchar contra el cambio climático?

Nota: * y # indican que se podía seleccionar, respectivamente, una o tantas respuestas como consideraran.

Fuente: elaboración propia.

La pregunta 4, sobre las posibles causas del CC, incluía varias causas científicamente probadas, que abarcaban cuestiones relacionadas con un aumento en el uso de combustibles fósiles (vehículos a motor, calefacción y consumo ligero), gestión de residuos (reciclaje), eliminación de sumideros de carbono (deforestación) y otras de carácter social (consumo de productos exóticos o elevado consumo de carne). Junto con estas causas se incluyeron otras posibles que no inciden directamente en el actual cambio climático, como el consumo excesivo de agua u otras que el alumnado ha confundido rutinariamente de acuerdo con la bibliografía, como el aumento de la radiación solar (Sónora y García, 1996; Summers, Kruger y Childs, 2001), la lluvia ácida (Papadimitriou, 2004; Arslan, Cigdemoglu y Moseley, 2012) o el agujero en la capa de ozono (Boyes y Stanisstreet, 1993; Rye, Rubba y Wiesenmayer, 1997; Khalid, 2003).

La pregunta 5, referida a las posibles consecuencias del CC, incluyó aspectos relacionados directamente con variaciones climáticas, tanto de temperatura (aumento de la temperatura y deshielo de los polos), como del régimen de precipitaciones (sequía, lluvias torrenciales, inundaciones y disminución de los caudales de los ríos), la pérdida de biodiversidad y consecuencias de carácter social (hambrunas y migraciones, así como disminución de cultivos y aumento del precio de los alimentos). Asimismo, en este caso, también se han incluido otros problemas ambientales actuales que no son consecuencia del CC, como la contaminación de los océanos, degradación de la capa de ozono o la lluvia ácida, que también han tendido a ser confundidos por el alumnado, y considerados como consecuencias del CC de acuerdo con estudios previos (Andersson y Wallin, 2000; Pruneau, Liboiron, Vrain, Gravel *et al.*, 2001).

Análisis de los datos

En las preguntas 1 y 2 se calculó el porcentaje con el que fue elegida cada respuesta, y se crearon gráficas circulares con el programa Excel 16.0. A partir de las respuestas dadas a la pregunta 3, referida a la concepción del cambio climático, y después de varias lecturas de cada una de ellas, se generaron categorías de respuesta que incluían ideas clave o elementos explicativos del CC, de acuerdo con análisis desarrollados por otros autores (Fisher, 1998; García y Lima de Oliveira, 2012). A partir de las respuestas del alumnado, se consideraron elementos conceptuales del propio fenómeno, sus causas y

consecuencias. Por lo tanto, se desarrolló un modelo de análisis inductivo (González, 2009; Marín, Hernández y Flores, 2016; Torres, Aparicio y Sosa, 2019), estableciendo categorías conceptuales que emergen de los datos y que ilustran las ideas que tiene el alumnado sobre el CC. Una vez hecha la categorización, se clasificaron las diferentes respuestas entre las opciones establecidas. Finalmente, todas las respuestas se revisaron con mayor precisión para confirmar la categoría en la que se incluyó cada respuesta.

Esta misma técnica inductiva se utilizó para categorizar el tipo de acciones propuestas por cada estudiante para luchar contra el CC de acuerdo con sus respuestas a la pregunta 6. En la categorización de estas respuestas se consideró la propia naturaleza de las acciones, junto con la viabilidad de llevarse a cabo por el alumnado y su relación con el propio fenómeno. Por último, se calculó el porcentaje de respuestas asociadas a cada categoría establecida de las preguntas 3 y 6, a partir de los cuales se elaboraron gráficos de columnas con el programa SigmaPlot v10.0.

Finalmente, a partir de las respuestas a las preguntas 4 y 5, referidas a las posibles causas y consecuencias del CC, se determinó de igual forma el porcentaje con el que fue elegida cada una de ellas y se crearon nuevos gráficos de columnas con el programa SigmaPlot v10.0.

Resultados

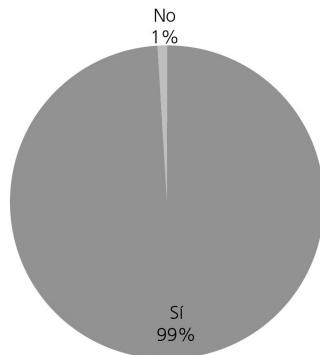
Como puede observarse en la figura 2, prácticamente la totalidad del alumnado (99.04%) cree que existe un cambio climático actualmente (figura 2A). Asimismo, la gran mayoría (91.15%) reconoce al ser humano como responsable de este fenómeno; el 28.85% considera que se debe a causas humanas y naturales, mientras que el 62.50%, que el ser humano es el único responsable (figura 2B).

A partir de las respuestas dadas a la pregunta 3 del formulario, se establecieron ocho categorías de respuesta, que pueden consultarse en la figura 3. Como puede leerse en la tabla superior de dicha figura, las categorías A-C son respuestas incorrectas desde un punto de vista conceptual, mientras que la D recoge aquellas que no proporcionan información adicional al término de “cambio climático”, sino que simplemente reproducen la misma locución escrita en la pregunta. Las categorías E-H introducen adecuadamente nuevos términos y conceptos relacionados con el cambio climático, sus causas y consecuencias (figura 3).

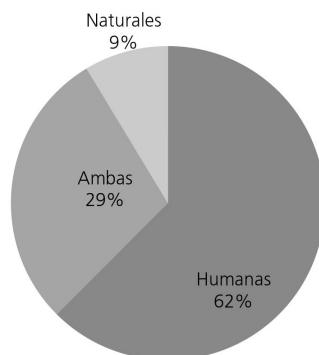
FIGURA 2

Porcentaje de respuestas a las preguntas 1 y 2

A. ¿Crees que existe un cambio climático en la actualidad?



B. ¿A qué crees que es debido el cambio climático?



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 3

*Categorías establecidas a partir de las respuestas a la pregunta 3 del cuestionario**

Categoría	Respuesta a la pregunta: “Explica brevemente en qué consiste el cambio climático”
A	No sabe o no coherente
B	Algo sin definir que provoca el ser humano
C	Relacionan el cambio climático con la capa de ozono
D	Respuesta literal “Cambio en el clima”, coincidente con el término de la pregunta
E	Hace referencia a un cambio en alguno de los componentes del clima (T ^a o Precip.)
F	Relacionan el cambio climático con alguna de sus causas
G	Relaciona el cambio climático con alguna de sus consecuencias
H	Relaciona el cambio climático con ambas alguna de sus causas y consecuencias



Categoría A



Categoría B



Categoría C



Categoría D



Categoría E



Categoría F



Categoría G



Categoría H

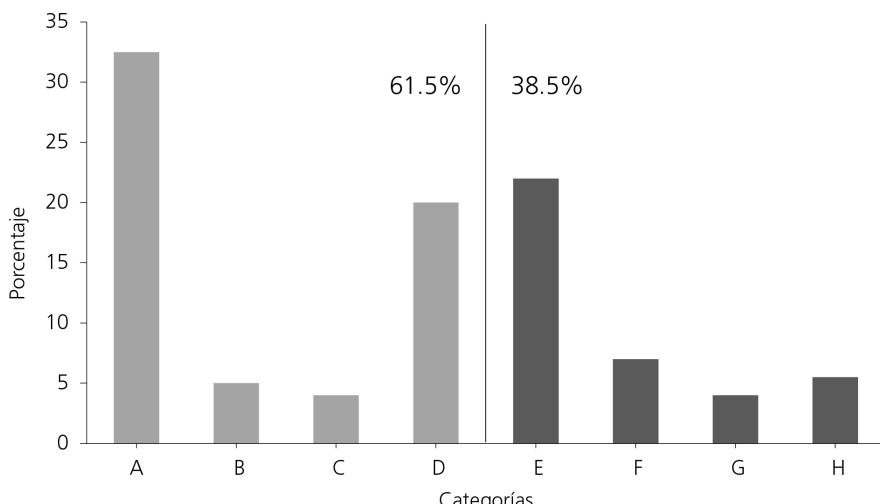
*Para cada categoría se presenta un pictograma que trata de esquematizar su complejidad

Fuente: elaboración propia.

Una vez establecidas las diferentes categorías, pudimos determinar que el 61.5% del alumnado encuestado no fue capaz de explicar ningún aspecto relacionado con el CC en sus respuestas (categorías A-D, figura 4). Entre este grupo, el 31.75% reconoció explícitamente que desconoce este fenómeno o dio respuestas no coherentes o completamente incorrectas, tales como “el cambio es una locura” o “la destrucción de la biosfera” (categoría A, figura 4). El 5.75 % de las respuestas fueron clasificadas en la categoría B y fueron aquellas que citan al ser humano, pero no explican detalles de ningún tipo relacionados con el propio CC. Se incluyeron respuestas como “es la influencia del ser humano en el planeta” o “es una reacción producida por culpa de los seres humanos”. Cuatro respuestas (3.8%) confundieron el CC con la destrucción de la capa de ozono (categoría C, figura 4). Finalmente, el 20.2% simplemente respondió que se trata de un “cambio climático”, “cambio del clima” o respuestas análogas (categoría D, figura 4).

FIGURA 4

Porcentaje de respuestas atribuidas a cada categoría previamente establecida



Nota: Las categorías que no demuestran ningún conocimiento correcto relativo al cambio climático (A-D; columnas gris claro) se han separado mediante una línea vertical de las categorías que introducen conceptos correctos relativos al cambio climático, sus causas, consecuencias o ambas (E-H, columnas gris oscuro). El porcentaje total de cada grupo de respuestas se indica a ambos lados de la línea.

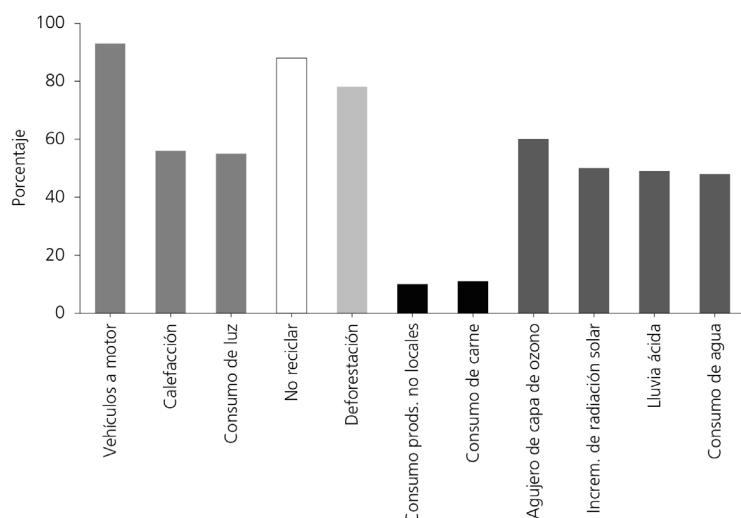
Fuente: elaboración propia.

El 38.5% del alumnado incluyó aspectos relacionados con el CC, sus causas o consecuencias en la respuesta a esta pregunta (categoría E-H, figura 4). El 21.2% lo definió como un fenómeno que implica una alteración de alguna variable climática (categoría E, figura 4). El 6.75% incluyó alguna causa que intensifica el CC, como la contaminación atmosférica, deforestación o escaso reciclaje de residuos (categoría F, figura 4), mientras que el 4.8% incorpora en sus respuestas alguna consecuencia, principalmente el deshielo de los polos (categoría G, figura 4). Finalmente, el 5.75% de las respuestas explican el fenómeno del CC y mencionan alguna de sus causas y consecuencias (categoría H, figura 4).

Entre las diferentes causas del cambio climático propuestas en la pregunta 4 del cuestionario, el uso de vehículos a motor, el escaso reciclaje de residuos y la deforestación, fueron elegidas por una gran mayoría de estudiantes, con un porcentaje superior al 93, 88 y 78%, respectivamente (figura 5).

FIGURA 5

*Porcentaje de respuestas a la pregunta 4 del cuestionario:
Indica cuáles de los siguientes elementos son responsables del cambio climático*



Nota: se han agrupado e identificado por distintos tonos los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las causas y su certeza o no: relacionadas con el consumo de combustibles fósiles (gris medio), gestión de residuos (blanco), eliminación de sumideros de carbono (gris claro), sociales o de modelos de consumo (negro), erróneas (gris oscuro).

Fuente: elaboración propia.

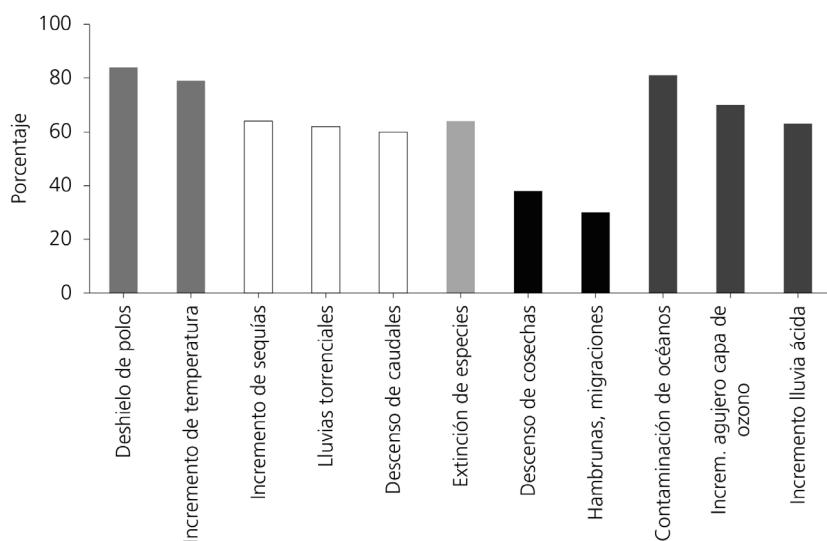
En menor medida, el uso excesivo de calefacción y consumo de luz se identificaron como causas del cambio climático, con valores alrededor del 50% (figura 5). Por su parte, las causas de carácter más social, relacionadas con los modelos de consumo (consumo de productos de origen no local y excesivo de carne) fueron identificadas por menos del 15% de las respuestas como elementos que contribuyen al CC (figura 5). Asimismo, debe tenerse en cuenta que las cuatro respuestas que se refieren a acciones que no afectan directamente al CC fueron elegidas por más del 39% del alumnado, destacando el agujero de la capa de ozono, que fue seleccionado por el 60.5% (figura 5).

La figura 6 muestra los porcentajes de elección de cada una de las consecuencias derivadas del cambio climático, entre las diferentes opciones dadas en la pregunta 5 del cuestionario.

FIGURA 6

Porcentaje de respuestas a la pregunta 5:

Indica algunas de las consecuencias que puede provocar el cambio climático



Nota: se han agrupado e identificado por colores los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las consecuencias y su certeza o no: relacionadas con el aumento de temperatura (gris medio), con la alteración de las precipitaciones (blanco), sobre la biodiversidad (gris claro), sociales (negro), erróneas (gris oscuro).

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que las consecuencias que se identificaron en mayor medida fueron las relacionadas con un aumento de la temperatura y el consiguiente deshielo de los polos, con valores en torno al 80%. Las consecuencias relacionadas con el ciclo del agua (aumento de la sequía, inundaciones y disminución del caudal de los ríos) se identificaron en menor medida, con valores en torno del 60% de las respuestas, así como los efectos directos sobre la biodiversidad (figura 6). Las consecuencias de carácter social (disminución de los cultivos y aumento del precio de los alimentos, y hambrunas y migraciones) fueron identificadas por un porcentaje aún menor de estudiantes, el 38 y 30%, respectivamente (figura 6). Estas se seleccionaron incluso en menor medida que los problemas ambientales que no pueden considerarse consecuencia directa del CC, como el incremento de la degradación de la capa de ozono y la lluvia ácida, que fueron marcadas por más del 59% de estudiantes, o la contaminación de los océanos, que alcanzó el 80% de las respuestas (figura 6).

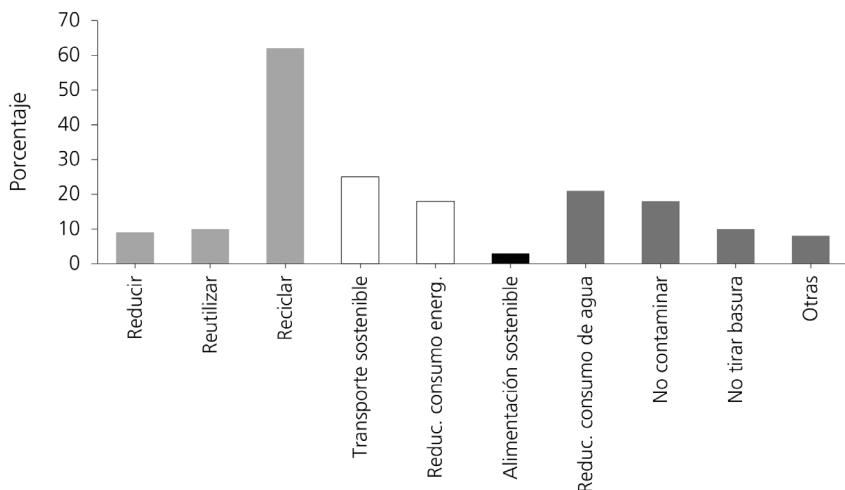
La figura 7 muestra el porcentaje con el que fue elegida cada una de las acciones para combatir el cambio climático, entre las diferentes categorías establecidas a partir de las respuestas del alumnado a la pregunta 6. Se establecieron 10 categorías de acciones, 6 de ellas se consideraron correctas (reducir, reutilizar, reciclar, diferentes formas de transporte sostenible, reducción del consumo de energía y alimentación sostenible) mientras que las otras 4 no pueden considerarse acciones que traten de reducir la intensidad de las causas que provocan el cambio climático. Entre estas se encuentran: reducir el consumo de agua, no contaminar –expuesto de manera genérica–, no tirar basura y “otras”. En la categoría “otras” se incluyeron acciones que no puede realizar el alumnado, como fabricar más vehículos eléctricos o no deforestar, y otras acciones incoherentes en el contexto de CC, como evitar la explotación de animales.

Entre todas las opciones, el reciclaje destaca muy por encima del resto, de modo que más del 60% del alumnado indica que recicla como una medida para reducir el cambio climático (figura 7). Esta acción se lleva a cabo en un porcentaje mucho más alto que las otras incluidas en la regla de las 3R –reducir, reutilizar y reciclar–, que fueron identificadas por menos del 10% del alumnado (figura 7). Entre el resto de las acciones, las relacionadas con una forma de transporte sostenible, como el uso del transporte público o la bicicleta, fueron elegidas por el 25% y diferentes formas de reducción en el consumo de energía, como la disminución del uso de calefacción o luz, por

el 16.3%. Solamente una respuesta se refirió a una forma más sostenible de consumo de alimentos, reduciendo el de carne y de productos con excesivo envoltorio de plásticos. Por otro lado, entre las acciones que no podemos considerar correctas, el 21, 18 y 11% de estudiantes mencionaron la reducción del consumo de agua, no contaminar (sin especificar el tipo de contaminación) o no tirar basura, respectivamente (figura 7). Finalmente, el 7.7% citó las acciones categorizadas como “otras”, descritas previamente (figura 7).

FIGURA 7

Porcentaje con el que se citaron diferentes acciones para mitigar el cambio climático, a partir de las respuestas a la pregunta 6: ¿Qué acciones llevas a cabo para luchar contra el cambio climático?



Nota: se han agrupado e identificado por distintos tonos los grupos de respuestas en función de su naturaleza y su certeza o no: los tres componentes de la regla de las 3R (gris claro), medidas que tratan de reducir el consumo de combustibles fósiles (blanco), medidas sobre el modelo de consumo alimenticio (negro), erróneas (gris oscuro).

Fuente: elaboración propia.

Discusión

El alumnado del último curso de educación primaria (11-12 años) que formó parte del presente trabajo es consciente de la existencia de un cambio climático en la actualidad (99%), reconociendo principalmente al ser humano como responsable del mismo (91%). Estos resultados coinciden

con lo observado por estudios realizados en niveles educativos superiores (González-Gaudiano y Maldonado-García, 2014; Meira-Cartea y Arto-Blanco, 2014). Asimismo, diferentes estudios sociológicos determinan que el porcentaje de españoles que niega el CC se sitúa en valores muy bajos, en torno al 3% (Meira Cartea, Arto Blanco, Heras Hernández, Iglesias da Cunha *et al.*, 2013; Lázaro Touza, González Enríquez y Escribano Francés, 2019). Sin embargo, un estudio llevado a cabo por el Centro de Investigaciones Sociológicas en septiembre de 2018 (CIS, 2018) eleva estas cifras hasta el 10% de la población española y otro 6.2% presenta dudas al respecto. Estos resultados podrían estar relacionados con una mayor presencia en los medios de comunicación de mensajes negacionistas procedentes de dirigentes políticos nacionales e internacionales. Por ello, el papel de la educación en las aulas de enseñanza obligatoria debe desempeñar un papel más relevante, si cabe, en la alfabetización científica de la sociedad en materia de CC, puesto que la existencia de este y su causalidad antropogénica no está en discusión en base a las evidencias científicas (García-Vinuesa y Meira-Cartea, 2019).

A pesar de que el alumnado del presente estudio reconoce mayoritariamente la existencia del CC y la implicación del ser humano en su origen, la mayoría (61.5%) no supo explicar ningún aspecto relacionado con dicho fenómeno. Las dificultades para interiorizar el concepto de cambio climático podrían deberse a su propia naturaleza global e interdisciplinaria, e incluso al amplio espectro de fuentes y contextos de información al respecto, que parecen generar confusión (Hall, 2011). Este hecho podría acentuarse entre el alumnado de menor edad, como aquel sobre el que se ha desarrollado este trabajo. Nuestros resultados no únicamente confirman que el estudiantado presenta importantes dificultades para explicar sus constructos internos sobre el cambio climático, sino que apenas hace referencia a las causas o consecuencias de este fenómeno. Por ello, para discutir sobre estas, nos hemos centrado en las respuestas a las preguntas cerradas.

Con base en estas respuestas, observamos una confusión generalizada del alumnado sobre las causas y consecuencias del CC. Cabe destacar la confusión entre la degradación de la capa de ozono y el cambio climático, al igual que en otros estudios realizados con estudiantes de etapas educativas superiores en España (García y Lima de Oliveira, 2012) y en educación primaria y secundaria en otros países (Chang y Pascua, 2015). En este contexto, se requiere determinar las razones subyacentes de las

ideas alternativas de las y los estudiantes sobre el CC y la capa de ozono. De acuerdo con diferentes estudios, esta confusión generalizada y duradera podría estar relacionada con diversas razones, entre las que cabe considerar: *a)* el tratamiento conjunto que generalmente se lleva a cabo de ambos fenómenos en los programas educativos (Meira Cartea, 2007); *b)* una escasa formación del profesorado en la materia (Jafer, 2019); *c)* la reciente incorporación del cambio climático en el aula sin una evaluación previa (Meira-Cartea y Arto-Blanco, 2014); o *d)* el papel de los medios de comunicación en la perpetuación de ideas alternativas sobre el cambio climático (Biçer y Vaizoğlu, 2015).

Unidas a estas ideas alternativas y de acuerdo con lo observado en otros estudios realizados en España en educación secundaria (Punter, Ochando y García, 2011), el alumnado presta más atención a causas como el uso de vehículos a motor o la deforestación, que a otras sobre las cuales tiene más capacidad de intervención, como el uso excesivo de luz o calefacción, o los modelos de consumo. Cabe destacar este último elemento, porque menos del 15% considera que el consumo de productos no locales o el excesivo de carne contribuyen al cambio climático, a pesar de su gran impacto en la emisión de GEI. El impacto de la comercialización de productos entre áreas geográficas remotas es evidente, relacionado con el uso excesivo de combustibles fósiles, mientras que numerosos estudios advierten sobre los impactos ambientales del consumo excesivo de carne en nuestras dietas (Ritchie, Reay y Higgins, 2018; Springmann, Clark, Mason-D'Croz, Wiebe *et al.*, 2018). Tilman y Clark (2014) concluyen que si se mantienen las tendencias actuales en el aumento del consumo de carne, las emisiones de GEI de la dieta por persona serían un 32% más altas en 2050, lo que demuestra la necesidad de buscar alternativas. Sin embargo, la investigación sobre la dieta en los programas educativos no considera su sostenibilidad como otro elemento a tener en cuenta e inculcar al alumnado (Behrens, Kiefte, Bosker, Rodrigues *et al.*, 2017).

Las consecuencias del cambio climático que el alumnado de nuestro estudio identifica en mayor medida son el aumento de la temperatura y el consiguiente deshielo polar, al igual que lo observado en otras investigaciones realizadas con estudiantes de secundaria españoles (Punter, Ochando y García, 2011). Se confirma, por tanto, una tendencia a asociar el cambio climático con consecuencias geográficamente lejanas, a pesar de que estas no son perceptibles por la experiencia directa del alumnado, sino

que tienen lugar en áreas remotas o constituyen cambios graduales que pasan desapercibidos (Francis *et al.*, 1993). En este sentido, el alumnado no considera el problema como algo propio y, por tanto, asume escasa capacidad de incidencia en el mismo mediante sus acciones diarias, que tiendan a intensificarlo, o de lucha frente a él (Meira Cartea, 2007).

Otras consecuencias geofísicas del CC perceptibles de forma creciente en un ámbito regional más cercano, como el aumento de fenómenos climáticos extremos relacionados con el ciclo del agua (inundaciones, sequías, disminución del caudal de los ríos) fueron identificadas en menor medida. Díez (2018) considera que las representaciones del ciclo del agua en libros de texto y programas educativos obvian frecuentemente sus relaciones con las actividades humanas, de manera que el alumnado presenta dificultades importantes para conectar alteraciones en este ciclo con determinados impactos ambientales de origen antrópico. Entre las diferentes reducciones del ciclo del agua en sus representaciones esquemáticas, cabe destacar la práctica ausencia e interacción con el concepto de cambio climático (Abbott, Bishop, Zarnetske Minaudo *et al.*, 2019). Igualmente, el ciclo del agua es representado e imaginado a una escala mayor, y de manera abstracta, centrado en sus características fisicoquímicas, lo cual dificulta que el alumnado entienda que forma parte de ese ciclo y que su modo de vida repercute en él (Díez, 2014). Esto obstaculiza su capacidad para interiorizar las relaciones directas entre el CC de origen humano con los flujos de agua a nivel local y regional, así como con los riesgos climáticos asociados a la alteración del ciclo del agua, pese a los frecuentes episodios de inundaciones y sequías prolongadas que vienen ocurriendo en la península Ibérica en los últimos años.

Por otro lado, las consecuencias de carácter socioeconómico (disminución de la producción de alimentos, hambrunas y movimientos migratorios) son las menos identificadas por el alumnado de esta investigación, a pesar de la evidente correlación entre ellas y la intensificación del cambio climático (Bhatt, Bhaskar y Pandit, 2008). Punter, Ochando y García (2011) consideran que estas implicaciones, vitales para comprender las dimensiones globales que tiene el cambio climático, no están suficientemente cubiertas por los planes de estudio.

También se detectaron confusiones importantes entre el alumnado al identificar las consecuencias del cambio climático, de manera que señala la contaminación de los océanos, el aumento del agujero de la capa de

ozono o la lluvia ácida. Estos resultados indican que el estudiantado tiene de a mezclar todos los problemas ambientales, de acuerdo con estudios previos (ver Eroglu, Bektas y Tarkin, 2016). Cabe señalar que el 80% de las y los encuestados perciben la contaminación de los océanos como consecuencia directa del cambio climático, lo que podría estar relacionado con la importante atención que la contaminación de los océanos por los plásticos ha recibido en los últimos años en los medios de comunicación (Assadourian y Mastny, 2017).

Con respecto a las acciones para combatir el cambio climático, el alumnado piensa casi exclusivamente en el reciclaje. Esta acción se selecciona en un porcentaje más alto que la reducción o la reutilización de residuos, a pesar de que estas acciones se consideran críticas en un contexto de sostenibilidad (Assadourian y Mastny, 2017). Del mismo modo, otras acciones clave en la lucha contra el cambio climático apenas se identifican. De acuerdo con Seroussi, Rothschild, Kurzbaum, Yaffe *et al.* (2019), esta escasa disposición para actuar frente al cambio climático podría estar relacionada con el escaso conocimiento mostrado por el alumnado en el presente trabajo. En este sentido, se requiere una correcta alfabetización científica del estudiantado en la materia (Turiman, Omar, Mohd Daud y Osman, 2012; Salas, Baldiris, Fabregat, Graf *et al.*, 2016), el cual debe conocer las bases científicas del cambio climático, cómo contribuye a forjarlo en su vida cotidiana y sus consecuencias en todas las dimensiones, para poder implementar acciones que intenten detenerlo. Identificar y visualizar estas conexiones y ofrecer alternativas concretas y viables para el cambio pueden aumentar su predisposición y la capacidad de acción individual y colectiva (Meira Cartea, 2007).

Sin embargo, diferentes autores consideran que las personas con mayores niveles de alfabetización científica no son necesariamente las más proclives a actuar consecuentemente en materia de cambio climático (González Gaudiano, 2012; García-Vinuesa y Meira-Cartea, 2019). Estos autores consideran que es necesario aumentar la formación científica del alumnado, pero que esto no será suficiente para superar el problema. Será necesario incorporar cuestiones de carácter socioeducativo para que surta los efectos esperados. Por ello, apuntan a la necesidad de buscar una “alfabetización climática”, entendida como aquella que busca que las personas no solo entiendan los principios climáticos del planeta, sino que sean capaces de evaluar información científica, comunicar sus conocimientos

y tomar decisiones informadas y responsables con respecto a acciones que podrían afectar al clima (Azevedo y Marques, 2017; Sónora, Alonso y García-Vinuesa, 2019).

Conclusiones

El alumnado del último curso de educación primaria sobre el que se desarrolló el presente trabajo presenta importantes limitaciones para describir o comunicar el concepto de CC, a pesar de pertenecer a la denominada “generación del cambio climático”, habiendo crecido con más información y menor incertidumbre científica sobre este fenómeno (Azeiteiro *et al.*, 2018). Asimismo, muestra confusión en la identificación de sus causas y consecuencias, y escasamente desarrolla acciones responsables frente al mismo. Estos resultados evidencian que no se están alcanzando los estándares de aprendizaje evaluables para esta etapa educativa en España (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2014).

Considerando este escaso compromiso, resulta necesario sacar al estudiantado fuera de su complacencia y convertirlo en agente activo frente al cambio climático. Debe saber analizar lo que este fenómeno puede significar a medio y largo plazos y lo que colectivamente se puede hacer al respecto (Sheppard, 2012). Estas acciones deben girar en torno a un cambio en los estilos de vida y modelos de consumo a nivel de cada estudiante, haciéndolo extensible a su familia, escuela y entorno, ya que es necesario actuar en esos escenarios domésticos y cotidianos (Meira Cartea, 2007). Además, y de acuerdo con Chang y Pascua (2015), la construcción de una ciudadanía alfabetizada sobre el clima requiere de un enfoque multidisciplinar que abarque los amplios campos de las ciencias sociales y naturales.

Resulta importante aumentar la dedicación a los problemas locales, de manera que el alumnado sea capaz de percibir el cambio climático como algo cercano y propio, sobre lo que sus acciones pueden repercutir. Y, junto a estas cuestiones locales, aquellas de carácter económico y social, como las relacionadas con la salud humana, la alimentación o la migración, ya que el alumnado apenas las identifica, tal vez debido a la falta de tratamiento con respecto a cuestiones estrictamente ambientales (Gasper, Blohm y Ruth, 2011).

La capacitación debe comenzar en la formación del profesorado en activo (Summers, Kruger y Childs 2001; Seroussi *et al.*, 2019) y del futuro profesorado, actualmente en su etapa universitaria (Dove, 1996; Groves y

Pugh, 1999; Jafer, 2019). Esta formación otorgará mayor capacidad para abordar el tema del cambio climático con sus estudiantes de primaria, donde debe ser tratado en profundidad y con unos criterios de evaluación claros, no como una mera anécdota dentro de la asignatura. De acuerdo con García-Vinuesa y Meira-Cartea (2019), esto sugiere la necesidad y la urgencia de construir una Educación para el Cambio Climático, con la doble perspectiva de la adaptación y la mitigación, que incluya entre sus pilares estratégicos básicos la incorporación de un currículum para esta emergencia en todos los niveles educativos.

Agradecimientos

Agradecemos a Alexander Gallo el haberlos introducido en este estudio y especialmente la colaboración de los Centros de Educación Infantil y Primaria en los que se realizó el cuestionario (CEIP Caballero de La Rosa, CEIP Gonzalo de Berceo, CEIP Sancho III el Mayor y CEIP Vuelo Madrid Manila).

Referencias

- Abbott, Benjamin W.; Bishop, Kevin; Zarnetske, Jay P.; Minaudo, Camille; Chapin, F. S.; Krause, Stefan; Hannah, David M.; Conner, Lafe; Ellison, David; Godsey, Sarah E.; Plont, Stephen; Marçais, Jean; Kolbe, Tamara; Huebner, Amanda; Frei, Rebecca J.; Hampton, Tyler; Gu, Sen; Buhman, Madeline; Sayedi, Sayedeh Sara y Ursache, Ovidiu (2019). “Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions”, *Nature Geoscience*, vol. 12, núm. 7, pp. 533-540.
- Andersson, Björn y Wallin, Anita (2000). “Students’ understanding of the greenhouse effect, the societal consequences of reducing CO₂ emissions and the problem of ozone layer depletion”, *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 37, núm. 10, noviembre, pp. 1096-1111.
- Arias, Miguel Ángel y Rosales, Sonia (2019). “Educación ambiental y comunicación del cambio climático”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 24, núm. 80, pp. 247-69.
- Arslan, Harika Ozge; Cigdemoglu, Ceyhan y Moseley, Christine (2012). “A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers’ misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain”, *International Journal of Science Education*, vol. 34, núm. 11, pp.1667-1686.
- Assadourian, Erik y Mastny, Lisa (coords.) (2017). *Educación ecosocial: cómo educar frente a la crisis ecológica*, Madrid: FUHEM-Ecosocial/Icaria.
- Azeiteiro, Ulisses Miranda; Bacelar, Paula; Santos, Paulo Talhadas; Bacelar, Leonor y Morgado Fernando (2018) “Assessing high school student perceptions and comprehension of climate change”, *Climate Change Management*, vol. 3, enero, pp. 21-34.

- Azevedo, José y Marques, Margarida (2017). "Climate literacy: a systematic review and model integration", *International Journal of Global Warming*, vol. 12, núms. 3-4, pp. 414-430.
- Behrens, Paul; Kieft, Jessica C.; Bosker, Thijs; Rodrigues, João F. D.; De Koning, Arjan y Tukker, Arnold (2017). "Evaluating the environmental impacts of dietary recommendations", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 114, núm. 51, pp. 13412-13417.
- Bhatt, Jay Prakash; Bhaskar, Arun y Pandit, Maharaj Krishan (2008). "Biology, distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an abundant diatom from the Indian Himalayan rivers", *Aquatic Ecology*, vol. 42, núm. 3, pp. 347-353.
- Biçer, Burcu Kucuk y Vaizoğlu, Söngül (2015). "Determination of nursing students' knowledge and awareness about global warming/climate change", *Hacettepe University Journal of Nursing*, vol. 2, núm. 2, pp. 30-43.
- Borge, Julie Ane Ødegaard y Mochmann, Ingvill C. (2019). "A voice, but not a vote: a youth generation at risk?", *Children and Society*, vol. 33, núm 3, pp. 286-299.
- Boyes, Edward y Stanisstreet, Martin (1993). "The 'greenhouse effect': children's perceptions of causes, consequences and cures", *International Journal of Science Education*, vol. 15, núm. 5, pp. 531-552.
- Chang, Chew Hung y Pascua, Liberty (2015). "The hole in the sky causes global warming: a case study of secondary school students climate change alternative conceptions", *Review of International Geographical Education Online*, vol. 5, núm. 3, pp. 316-331.
- CIS (2018). *Barómetro de noviembre de 2018. Avance de resultados*, estudio núm. 3231, Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Cramer, Wolfgang; Guiot, Joël; Fader, Marianela; Garrabou, Joaquim; Gattuso, Jean Pierre; Iglesias, Ana; Lange, Manfred A.; Lionello, Piero; Llasat, Maria Carmen y Shlomit, Paz (2018). "Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean", *Nature Climate Change*, vol. 8, octubre, pp. 972-980.
- Díez, José Ramón (2014). "El agua: una herramienta clave en la educación para el desarrollo sostenible", *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 14, núm. 2, pp. 109-123.
- Díez, José Ramón (2018). "De Tales a Dalton. A vueltas con el ciclo del agua", ponencia presentada en el X Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua, Coimbra, Portugal, 6 y 7 de septiembre.
- Dove, Jane (1996). "Student teacher understanding of the greenhouse effect, ozone layer depletion and acid rain", *Environmental Education Research*, vol. 2, núm.1, pp. 89-100.
- Eroglu, Seyide; Bektas, Oktay y Tarkin, Aysegül (2016). "High school students' perceptions toward environmental issues: a phenomenological study", *The Online Journal of New Horizons in Education*, vol. 6, núm. 4, pp. 117-131.
- Fisher, Brian (1998). "Australian student's appreciation of the greenhouse effect and the ozone hole", *Australian Science Teachers Journal*, vol. 44, núm. 3, pp. 46.
- Francis, Claire; Boyes, Edward; Qualter, Anne y Stanisstreet, Martin (1993). "Ideas of elementary students about reducing the greenhouse effect", *Science Education*, vol. 77, núm 4, pp. 375-392.

- García, Isabel y Lima de Oliveira, Glauce (2012). "Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica", *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 30, núm 3, pp. 195-218.
- García-Vinuesa, Antonio y Meira-Cartea, Pablo Ángel (2019). "Caracterización de la investigación educativa sobre el cambio climático y los estudiantes de educación secundaria", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 24, núm. 81, pp. 507-535.
- Gasper, Rebecca; Blohm, Andrew y Ruth, Matthias (2011). "Social and economic impacts of climate change on the urban environment", *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 3, núm. 3, pp. 150-157.
- González, Luis (2009). "La sistematización y el análisis de los datos cualitativos" en R. Mejía y S. A. Sandoval (coords.), *Tras las vetas de la investigación cualitativa, acercamientos desde las prácticas*, Guadalajara: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, pp. 155-174.
- González Gaudiano, Édgar J. (2012). "La representación social del cambio climático", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 17, núm. 55, pp. 1035-1062.
- González Gaudiano, Édgar J. y Meira Cartea, Pablo Ángel (2009) "Educación, comunicación y cambio climático. Resistencias para la acción social responsable", *Trayectorias*, vol. 11, núm. 29, pp. 6-38.
- González-Gaudiano, Édgar J. y Maldonado-García, Ana Lucía (2014). "What do university students think, say and do on climate change? A study of social representations", *Educar em Revista*, núm. esp. 3, pp. 35-55.
- Groves, Fred H. y Pugh, Ava F. (1999). "Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 8, núm. 1, pp. 75-81.
- Hall, Brendan M. (2011). "Threshold concepts and troublesome knowledge: towards a 'pedagogy of climate change?'?", en S. K. Haslett, D. France y S. Gedye (coords.), *Pedagogy of Climate Change*, York: Higher Education Academy-Subject Centre for Geography, Earth and Environmental Sciences, pp. 25-35.
- IPCC (2019). *Global Warming of 1.5 °C. An IPCC special report on the impacts of global Warming of 1.5 °C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)], Ginebra: World Meteorological Organization-United Nations Environment Programme. Disponible en: <https://www.ipcc.ch/sr15/>.
- Jafer, Yaqoub J. (2019). "Assessing kuwaiti pre-service science teachers' greenhouse effect perceptions and misconceptions", *International Journal of Science and Mathematics Education*, junio, pp. 1-11.
- Khalid, Tahsin (2003). "Pre-service high school teachers' perceptions of three environmental phenomena", *Environmental Education Research*, vol. 9, núm. 1, pp. 35-50.
- Lázaro Touza, Lara; González Enríquez, Carmen y Escribano Francés, Gonzalo (2019). *Los españoles ante el cambio climático*. Madrid: Real Instituto Elcano.

- Liarakou, Georgia; Athanasiadis, Ilias y Gavrilakis, Costas (2011). "What greek secondary school students believe about climate change?", *International Journal of Environmental and Science Education*, vol. 6, núm. 1, pp. 79-98.
- Marín, Angie; Hernández, Elybe y Flores, Jesús (2016). "Metodología para el análisis de datos cualitativos en investigaciones orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables de energía", *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonia*, vol. 1, núm. 1, pp. 60-75.
- Meira Cartea, Pablo Ángel (2007). *Comunicar el cambio climático: escenario social y líneas de acción*, Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Meira Cartea, Pablo Ángel; Arto Blanco, Mónica; Heras Hernández, Francisco; Iglesias da Cunha, Lucía; Lorenzo Castiñeriras, Juan José y Montero Souto, Pablo (2013). *La respuesta de la sociedad española ante el cambio climático*, Ferrol: Fundación Mapfre/ Aldine Editorial.
- Meira-Cartea, Pablo Ángel y Arto-Blanco, Mónica (2014). "Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación", *Educar em Revista*, núm. esp. 3, pp. 15-33.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014). "Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria", *Boletín Oficial del Estado* [Gobierno de España], núm. 52, 1 de marzo.
- Nefat, Ariana y Benazić Dragan (2019). "The student perceptions, concern and knowledge with regard to climate changes in Croatia", *Ekonomski Pregled*, vol. 70, núm 5, pp. 723-742.
- Papadimitriou, Vasiliki (2004). "Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 13, núm. 2, pp. 299-307.
- Parveen, Rehana (2019). "Globalization, climate change and global environmental law", *International Journal of Environmental Science*, vol. 4, pp. 35-39.
- Pruneau, Diane; Liboiron, Linda; Vrain, Émilie; Gravel, Hélène; Bourque, Wendy y Langis, Joanne (2001). "People's ideas about climate change: a source of inspiration for the creation of educational programs", *Canadian Journal of Environmental Education*, núm. 6, pp. 121-138.
- Punter, Pilar; Ochando, Montserrat y García, Javier (2011). "Spanish secondary school students' notions on the causes and consequences of climate change", *International Journal of Science Education*, vol. 33, núm. 3, pp. 447-464.
- Ritchie, Hannah; Reay, David S. y Higgins, Peter (2018). "The impact of global dietary guidelines on climate change", *Global Environmental Change*, vol. 49, marzo, pp. 46-55.
- Rye, James A.; Rubba, Peter A. y Wiesemayer, Randall L. (1997). "An investigation of middle school students' alternative conceptions of global warming", *International Journal of Science Education*, vol. 19, núm. 5, pp. 527-551.
- Salas, Daniel J.; Baldiris, Silvia; Fabregat, Ramón y Graf, Sabine (2016). "Supporting the acquisition of scientific skills by the use of learning analytics", en D. Chiu, I. Marenzi, U. Nanni, M. Spaniol, M. Temperini (eds.), *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2016*, serie Lecture Notes in Computer Science, vol. 10013, Cham: Springer, pp. 281-293.

- Seroussi, Dominique Esther; Rothschild, Nathan; Kurzbaum, Eyal; Yaffe, Yosi y Hemo, Tahel (2019). "Teachers' knowledge, beliefs, and attitudes about climate change", *International Education Studies*, vol. 12, núm. 8, pp. 33-45.
- Sheppard, Stephen R. J. (2012). *Visualizing climate change: a guide to visual communication of climate change and developing local solutions*, Abingdon: Earthscan, Routledge.
- Sónora, Francisco y García, Isabel (1996). "Ideas dos alumnos de 2º ciclo da ESO sobre «o efecto invernadero»", *Boletín das Ciencias*, vol. 28, pp. 75-84.
- Sónora, Francisco; Alonso, Aitor y García-Vinuesa, Antonio (2019). "Respuestas juveniles al cambio climático desde los campus de Climántica", *Innovación Educativa*, vol. 9, pp. 5.
- Springmann, Marco; Clark, Michael; Mason-D'Croz, Daniel; Wiebe, Keith; Bodirsky, Benjamin Leon; Lassaletta, Luis; De Vries, Wim; Vermeulen, Sonja J.; Herrero, Mario y Kimberly, M. Carlson (2018). "Options for keeping the food system within environmental limits", *Nature*, vol. 562, octubre, pp. 519-525.
- Summers, Mike; Kruger, Colin y Childs, Ann (2001). "Understanding the science of environmental issues: development of a subject knowledge guide for primary teacher education", *International Journal of Science Education*, vol. 23, núm. 1, pp. 33-53.
- Tanner, Thomas (2010). "Shifting the narrative: child-led responses to climate change and disasters in El Salvador and the Philippines", *Children & Society*, vol. 24, núm 4, junio, pp. 339-351.
- Tilman, David y Clark, Michael (2014). "Global diets link environmental sustainability and human health", *Nature*, vol. 515, noviembre, pp. 518-522.
- Torres, Leslie; Aparicio, Eddie; Sosa, Landy (2019). "Pensamiento estocástico en la modelación gráfica. Un estudio de caso en la ingeniería química", *Investigación e Innovación en Matemática Educativa*, vol. 4, número especial, pp. 62-74.
- Turiman, Punia; Omar, Jizah; Mohd Daud, Adzliana y Osman, Kamisah (2012). "Fostering the 21st century skills through scientific literacy and science process skills", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 59, núm. 17, pp. 110-116.
- Walker, Catherine (2017). "Tomorrow's leaders and today's agents of change? Children, sustainability education and environmental governance", *Children & Society*, vol. 31, núm. 1, diciembre, pp. 72-83.

Artículo recibido: 7 de abril de 2020

Dictaminado: 27 de mayo de 2020

Segunda versión: 16 de junio de 2020

Aceptado: 22 de junio de 2020