



SOS: EMERGENCIA CLIMÁTICA EN LAS AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

SOS: climate emergency in secondary school

Rubén Ladrera [ruben.ladrera@unirioja.es]

*Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad de La Rioja
Madre de Dios 51, 26006, Logroño, España*

Beatriz Robredo [beatriz.robredo@unirioja.es]

*Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad de La Rioja
Madre de Dios 51, 26006, Logroño, España*

Resumen

La creciente gravedad de la crisis climática exige desarrollar estrategias educativas adaptadas a las necesidades del alumnado de las diferentes etapas. El presente estudio trata de contribuir al diagnóstico sobre el conocimiento e implicación del alumnado de educación secundaria en materia climática y conocer su evolución respecto a la educación primaria, evaluada previamente. Los resultados muestran que el alumnado de educación secundaria desconoce en gran medida las bases científicas del cambio climático, sus causas y consecuencias. Muestra confusión con otros fenómenos climáticos y presta menor atención a cuestiones locales y especialmente a implicaciones sociales del cambio climático. Se observan escasos avances respecto al alumnado de educación primaria, manteniendo una actitud pasiva y poco comprometida ante este problema ambiental. Los resultados evidencian la necesidad de fomentar de manera más decidida en las aulas de secundaria la alfabetización científica del alumnado, que englobe una mayor formación científica para comprender las bases físicas del problema y una formación social, que permita la identificación de la gravedad de la crisis climática en todas sus aristas y desarrollar actitudes críticas y comprometidas entre el alumnado.

Palabras-Clave: cambio climático; alfabetización climática; conocimiento científico; formación social; educación secundaria.

Abstract

The growing severity of climate crisis requires the development of educational strategies adapted to the needs of students at different stages. The present study tries to contribute to the diagnosis of knowledge and involvement of secondary school students in climate matters and to know their evolution regarding primary education, previously evaluated. The results show that secondary school students are largely unaware of the scientific bases of climate change, its causes, and consequences. They show confusion with other climatic phenomena, and they pay less attention to local issues and especially to social implications of climate change. Little progresses are observed in relation to primary school students, maintaining a passive and uncommitted attitude towards this environmental problem. The results show the need to promote more decisively students' scientific literacy in secondary school, which encompasses a greater scientific training to understand the physical bases of the problem and a social training, which allows the identification of the severity of the climate crisis in all its aspects, and which allows for developing critical and committed attitudes among students.

Keywords: climate change; climate literacy; scientific knowledge; social training; secondary education.

INTRODUCCIÓN

La emergencia planetaria a la que se enfrenta la humanidad viene determinada por problemas ambientales muy variados (da Luz, dos Santos & Oliveira, 2020), entre los que destaca el cambio climático de origen antrópico, de acuerdo a los sucesivos informes del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Las consecuencias de este fenómeno son complejas y multifacéticas (Nefat & Benazić, 2019), afectando a ámbitos climáticos, ecológicos, sociales o económicos, y generando una situación de precariedad e inestabilidad generalizada entre la población (Rousell & Cutter-Mackenzie-Knowles, 2020). Este contexto climático exige poner en marcha mecanismos de mitigación y adaptación en todos los ámbitos de la sociedad, entre los que la educación debe jugar un papel destacado (Bautista-Cerro, Murga-Menoyo, & Novo, 2019). González-Gaudiano, Meira-Carrea y Gutiérrez-Pérez (2020) consideran la educación sobre el cambio climático como una necesidad impostergable en base a la magnitud, complejidad e intensificación del problema.

Centrándonos en el ámbito educativo, Navarro, Moreno y Rivero (2020) señalan que la educación formal, llevada a cabo en las aulas, debe jugar un papel fundamental, e indican que enseñar sobre el cambio climático genera un mayor conocimiento en el alumnado, reduciendo su escepticismo ante este fenómeno y aumentando su percepción del riesgo y su capacidad para afrontar las consecuencias. Asimismo, Stevenson, Nicholls y Whitehouse (2017) consideran que la educación formal representa una de las herramientas de mayor valor para desarrollar capacidades sociales ante la crisis climática. Entre estas capacidades, la educación debe fomentar en el estudiantado el pensamiento crítico y actitudes proactivas en materia climática y ambiental (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2021), para lo cual resulta determinante un correcto conocimiento de las bases científicas del problema (Seroussi *et al.*, 2019). La correcta alfabetización científica (Salas *et al.*, 2016) permitirá al alumnado comprender cómo contribuye al cambio climático en su vida cotidiana y sus consecuencias en todas las dimensiones, pudiendo entonces desarrollar actitudes y acciones que traten de detenerlo (Robredo & Ladrera, 2020).

Si hablamos de la educación formal, el currículo educativo será un elemento imprescindible sobre el que trabajar. González-Gaudiano, Meira-Carrea y Gutiérrez-Pérez (2020) argumentan la necesidad de un currículo de emergencia climática, pero la realidad es que estos aspectos relativos a la educación para el cambio climático y la educación ambiental en general, o sus variantes, no se recogen de forma suficientemente rotunda en los currículos educativos. En el caso concreto de España, el reconocimiento y presencia de la educación ambiental no ha encontrado ni el hueco ni el apoyo necesario en el currículo de las diferentes legislaciones educativas (Bautista-Cerro *et al.*, 2019). Asimismo, se han fomentado procesos curriculares centrados principalmente en la adquisición de competencias cognitivas. La nueva Ley Orgánica 3/2020 de Educación española (LOMLOE) toma como referencia los ODS para su desarrollo, en el marco de la agenda 2030, de manera que representa una excelente oportunidad de trabajar la emergencia planetaria desde el currículo educativo (Franquesa-Codinach *et al.* 2021; Medina & Galván, 2021). Sin embargo, la normativa sigue marcando el desarrollo sostenible como paradigma central de sostenibilidad. Este mantiene la premisa del crecimiento en el centro del modelo, prestando escasa atención a conceptos clave como dependencia ecológica y límites planetarios (Franquesa Codinach *et al.*, 2021) o modelos económicos alternativos como la economía ecológica o el decrecimiento, ampliamente apoyados por la comunidad científica.

De acuerdo con el tratamiento insuficiente que los currículos educativos han concedido a la crisis ambiental hasta la actualidad, diferentes autores han descrito entre el alumnado de educación secundaria de España un escaso conocimiento en torno al cambio climático (García-Rodeja & Lima de Oliveira, 2012; Punter, Ochando, & Garcia, 2011). En la misma línea, numerosos estudios realizados en otros países indican que el alumnado de diferentes etapas educativas desconoce aspectos clave del cambio climático y muestra confusión en torno a este problema (Azeiteiro *et al.*, 2018; Fisher, 1998; Francis *et al.*, 1993; Liarakou, Athanasiadis, & Gavrilakis, 2011).

Vemos que existe un importante número de investigaciones que tratan de evaluar la formación del alumnado de educación secundaria en materia climática, si bien resulta necesario profundizar y seguir avanzado en este campo. García-Vinuesa y Meira-Carrea (2019) determinaron en una investigación bibliométrica que se han desarrollado 84 estudios sobre la representación del cambio climático en alumnado de educación secundaria en un periodo de 25 años, entre 1993 y 2017, en cualquier idioma, pero con título, palabras clave y resumen escritos en inglés, castellano, gallego o portugués. Estos autores consideran este número como insuficiente para generar una masa crítica de estudios para comprender y actuar frente al problema del cambio climático. Por ello, resulta clave

seguir desarrollando estudios de este tipo que permitan diagnosticar y actualizar con precisión el conocimiento y actitudes del alumnado en la materia (García-Vinuesa & Meira-Cardona, 2019). Estos diagnósticos serán de gran utilidad para el desarrollo de contenidos y metodologías en el campo del cambio climático, dirigidos a superar las principales lagunas determinadas y avanzar hacia una correcta alfabetización climática.

Con este objetivo, los autores del presente trabajo pudimos determinar en un estudio llevado a cabo en 2019 en el norte de España que el alumnado del último curso de educación primaria (11-12 años) 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 al componente social (Robredo & Ladrera, 2020). Asimismo, muestra un escaso compromiso con la actualidad climática y un insuficiente desarrollo de acciones contra el cambio climático en su vida cotidiana (Robredo & Ladrera, 2020). Como continuación al trabajo citado, decidimos llevar a cabo la misma investigación entre alumnado de educación secundaria, lo cual nos permitirá determinar si este diagnóstico se limita al alumnado de educación primaria o es extensible a etapas educativas superiores.

Cabe destacar que el alumnado adolescente de educación secundaria representa un público determinante con el que trabajar el tema del cambio climático (Stevenson, Peterson, & Bondell, 2018), puesto que ejerce una gran influencia social, tiene un papel clave con sus modelos de consumo, y vivirá las graves consecuencias futuras del cambio climático (Navarro, Moreno, & Rivero, 2020). Asimismo, este alumnado presenta una mayor capacidad para comprender conceptos físicos y ecológicos de cierta complejidad relacionados con el cambio climático, así como aspectos relacionados con la conservación ambiental y la implicación del ser humano, lo cual favorece el desarrollo de actitudes críticas (UNICEF, 2018; Velasco *et al.*, 2020).

En base a los antecedentes expuestos, los objetivos del presente trabajo han sido: i) determinar el conocimiento del alumnado de educación secundaria en torno al cambio climático, sus causas y consecuencias de diferente tipología; ii) conocer si llevan a cabo acciones que traten de combatir esta problemática ambiental; y iii) determinar si existe un mayor conocimiento y compromiso climático respecto al alumnado de educación primaria de la misma zona geográfica. Los resultados obtenidos serán de gran valor para desarrollar mecanismos y estrategias educativas que traten de combatir el cambio climático y adaptarlas a las necesidades de las diferentes etapas educativas.

METODOLOGÍA

Cuestionario

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó el cuestionario mostrado en la figura 1. Dicho cuestionario fue diseñado para la investigación previa llevada a cabo con alumnado de 6º curso de educación primaria (último curso de la etapa, 11-12 años; Robredo & Ladrera, 2020), y se basó en otras encuestas utilizadas en la bibliografía (Boyes & Stanisstreet, 1993; Francis *et al.*, 1993; Jafer, 2019; Liarakou, Athanasiadis, & Gavrilakis, 2011).

Dicho cuestionario consta de 6 preguntas sobre diferentes aspectos relacionados con el cambio climático. Las preguntas 3 y 6 son preguntas abiertas y versan sobre el concepto de cambio climático y las acciones llevadas a cabo para combatirlo. Este tipo de preguntas abiertas proporcionan información muy valiosa, puesto que el alumnado tiene la capacidad de exponer con mayor detalle aspectos relativos al tema objeto de estudio (Rincón, 2014). El resto de preguntas del cuestionario presentaron opciones de respuesta cerrada. Las preguntas 4 y 5, referidas a las causas y consecuencias del cambio climático, incluyen opciones de respuesta científicamente probadas como tales, junto con otras que no pueden considerarse como correctas. En ambos casos se incluyen respuestas relativas al medio físico, al ecosistema y otras de carácter más social o antrópico. Se consideraron incorrectas las posibles causas referidas a “d. lluvia ácida”, “g. elevado consumo de agua en los hogares” e “i. agujero de la capa de ozono”, puesto que no son en ningún caso fenómenos responsables de un incremento del efecto invernadero en el Planeta. Asimismo, se consideraron incorrectas las posibles consecuencias referidas a “c. lluvia ácida”, “f. agujero de la capa de ozono” e “i. contaminación de los océanos”.

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

Figura 1 – Cuestionario al que respondió el alumnado del presente estudio. * y # indican que se podía seleccionar, respectivamente, una o tantas respuestas como consideraran.

Ámbito de estudio y muestra

El cuestionario se distribuyó en papel a lo largo del último trimestre del curso 2020/2021 a 219 estudiantes de 3º y 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO; 14-16 años), siendo los últimos cursos de la etapa. El alumnado encuestado pertenecía a 7 centros educativos del norte de España: IES Comercio, Marianistas, Salesianos y Escolapios de Logroño, La Rioja; IES Tierra Estella y Escolapios de Tafalla, Navarra; IES Guardo, Palencia, Castilla y León. Se trató de buscar una muestra heterogénea de alumnado distribuido en centros públicos y concertados, localizados en áreas rurales y urbanas, en barrios con características socioeconómicas diversas.

Análisis de datos

Para el análisis de la pregunta 3, abierta y referida a la concepción del cambio climático, se clasificaron las respuestas del alumnado entre las 8 categorías establecidas en el citado estudio previo llevado a cabo entre alumnado de educación primaria (Robredo & Ladrera, 2020). El objetivo de usar la misma categorización fue poder extraer resultados comparables entre alumnado de las diferentes etapas educativas. En la figura 2 se muestran las categorías preestablecidas entre las que se clasificaron las respuestas dadas por el alumnado del presente estudio. Como puede observarse, las categorías A-D son respuestas incorrectas desde un punto de vista conceptual o que no proporcionan información adicional al término de “cambio climático”. Las categorías E-H introducen adecuadamente conceptos relacionados con el cambio climático, sus causas y/o consecuencias.

Para el análisis de la pregunta 6, también abierta y referida a las acciones propuestas por cada alumno o alumna para luchar contra el cambio climático, se leyeron las respuestas dadas y se generaron categorías de respuesta. De acuerdo con otros autores (González, 2009; Marín, Hernández, & Flores, 2016; Torres, Aparicio, & Sosa, 2019), se establecieron categorías de forma inductiva, a partir de las respuestas del alumnado. Una vez hecha la categorización, se extrajeron las diferentes

tipologías de acciones citadas por cada participante. Finalmente, todas las respuestas se revisaron con mayor precisión para confirmar las categorías extraídas.

Categoría	Respuesta a la pregunta 3: “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 (Tª o Precip.)
F	Relaciona 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

Figura 2 – Categorías de respuesta a la pregunta 3 del cuestionario “Explica brevemente en qué consiste el cambio climático”.

Para cada categoría de las preguntas 3 y 6 se calculó el porcentaje de respuestas asociadas entre todo el alumnado. Asimismo, se calculó el porcentaje con el que fue seleccionada cada respuesta cerrada del resto de preguntas. Los porcentajes se utilizaron para crear gráficos de columnas con el programa SigmaPlot v10.0.

Para conocer la posible correlación entre las diferentes cuestiones evaluadas, se otorgaron puntuaciones a las preguntas 3, 4, 5 y 6. En el caso de la pregunta 3, abierta y relativa al cambio climático, se asignó puntuación 0 a las categorías A-D, 1 punto a la E, 2 puntos a las categorías F y G y 3 a la H, de acuerdo con el mayor nivel de acierto y concreción asociado a cada una de ellas. Para las preguntas 4 y 5, cerradas y relativas a las causas y consecuencias del cambio climático, se valoró con un punto por cada respuesta correcta marcada y se restó un punto por cada respuesta incorrecta. Finalmente, en el caso de la pregunta 6, abierta y referida a las acciones para combatir el cambio climático, se asignó con 1 punto por cada acción categorizada como correcta (ver categorías en resultados).

A partir de la puntuación obtenida en cada pregunta por cada alumno/a se llevaron a cabo análisis de correlación de Spearman entre las acciones propuestas y el modelo de cambio climático, las causas y las consecuencias de cada respuesta. Mediante este análisis se trató de determinar si un mayor conocimiento del propio término de cambio climático, de sus causas o sus consecuencias se asocia con una actitud más proactiva para luchar frente a la intensificación de dicho fenómeno.

Finalmente, se calculó el número medio de acciones propuestas por el alumnado, agrupado en función de su respuesta a la pregunta abierta sobre el cambio climático. A partir del valor medio y su error estándar se llevó a cabo un análisis de Mann-Withney para determinar si existe diferencias significativas entre ambos grupos.

RESULTADOS

De los 219 estudiantes que respondieron a la encuesta, 218 contestaron que sí existe un cambio climático en la actualidad y solo uno considera que no es así. De igual manera, solo hay una persona que considere que el ser humano no es responsable de dicho cambio climático (resultados no mostrados). En la figura 3 se puede observar que es muy similar el porcentaje de alumnado que no fue capaz de explicar ningún aspecto relacionado con el cambio climático en sus respuestas (50,68%) y el porcentaje de respuestas que introducen conceptos correctos respecto a este fenómeno (49,32%). Entre el primer grupo, el 18% del alumnado no contesta a la pregunta o expone respuestas incoherentes, mientras que más de un 13% muestra confusión con la destrucción de la capa de ozono. Entre las respuestas que incluyen conceptos correctos, más de un 21% hace referencia a algún cambio en la precipitación o temperatura, el 13 y 10% lo relaciona además con alguna causa o consecuencia respectivamente y solo un 3% lo relaciona con ambas.

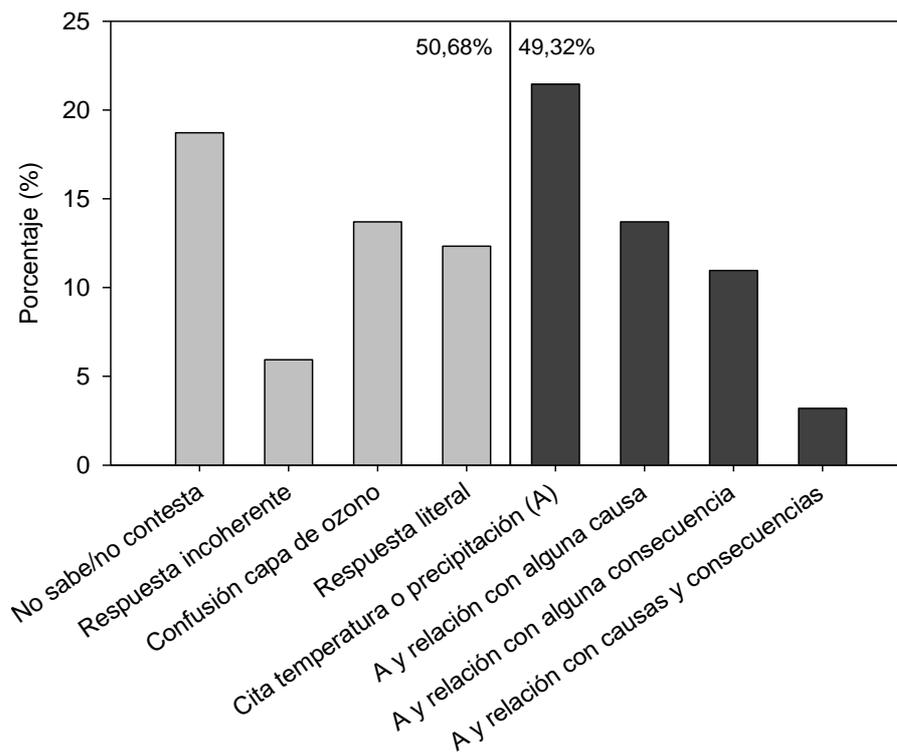


Figura 3 – Porcentaje de respuestas asociadas a cada categoría de la pregunta 3 “Explica brevemente en qué consiste el cambio climático”.

En la figura 4 podemos observar que la causa seleccionada por el alumnado como responsable del cambio climático con un mayor porcentaje fue el uso de vehículos a motor (84%). El no reciclar y la tala de bosques fueron las otras dos respuestas con un mayor porcentaje de selección, con un 81 y 76% respectivamente. Tras ellas, el agujero de la capa de ozono fue seleccionado por un 67% de alumnos/as como responsable del cambio climático, a pesar de ser una respuesta incorrecta. Otras opciones relacionadas con un aumento en la quema de combustibles fósiles, como la calefacción y el consumo elevado de la luz fueron seleccionadas por un menor número de alumnos y alumnas. Finalmente, cabe destacar el bajo porcentaje de personas encuestadas que marcan el consumo de productos lejanos y el consumo de carne, con porcentajes del 21 y 16% respectivamente. Estos porcentajes fueron muy inferiores al resto de opciones incorrectas, aumento de la radiación, lluvia ácida y consumo elevado de agua, que presentaron porcentajes de 44, 32 y 39% de las respuestas.

En cuanto a las posibles consecuencias del cambio climático (figura 5), el aumento de temperatura y el deshielo de los polos relacionado con dicho aumento fueron las respuestas elegidas con un mayor porcentaje, superior al 90% en ambos casos. La extinción de especies destaca en tercer lugar con un 80% y de nuevo el agujero de la capa de ozono aparece entre las respuestas elegidas por un mayor número de alumnos/as (76%). Las otras dos respuestas incorrectas que se incluyeron en el cuestionario, la contaminación de los océanos y el incremento de la lluvia ácida, también fueron elegidas por un elevado porcentaje del alumnado, en torno al 60 % en ambos casos. Las consecuencias relacionadas con el régimen de precipitaciones fueron elegidas en menor porcentaje que las relacionadas con la temperatura; incremento de sequías, lluvias torrenciales y descenso de caudales obtuvieron un porcentaje de 71, 67 y 50% respectivamente. Finalmente, las consecuencias de naturaleza social fueron de nuevo las respuestas menos elegidas, concretamente con un porcentaje de 46 y 32% para el descenso de cosechas y hambrunas y migraciones respectivamente.

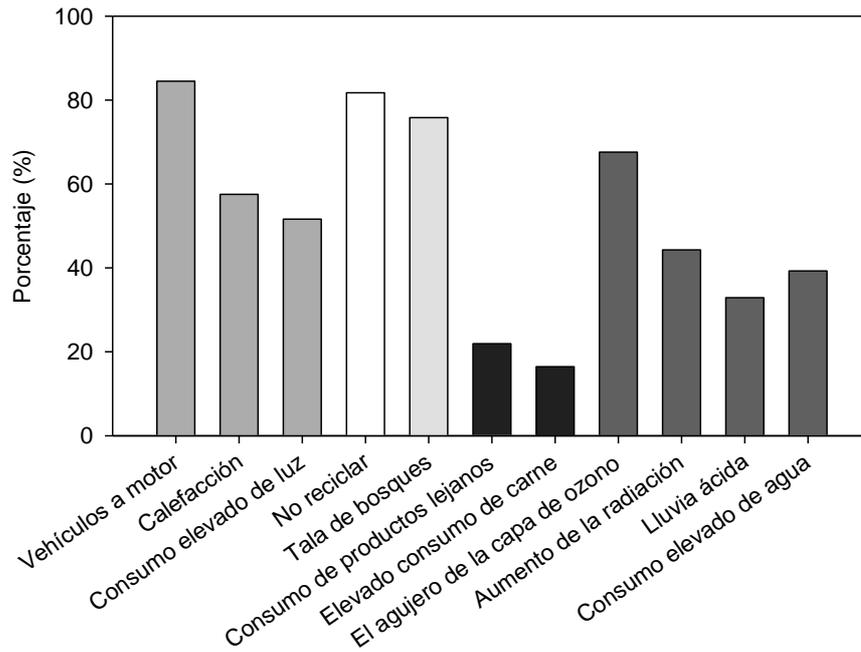


Figura 4 – Porcentaje con el que fue elegida cada una de las posibles respuestas a la pregunta 4 “Indica cuales de los siguientes elementos son responsables del cambio climático”. Se han agrupado e identificado por distintos tonos los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las causas y su certeza o no: relacionadas, de izquierda a derecha, 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).

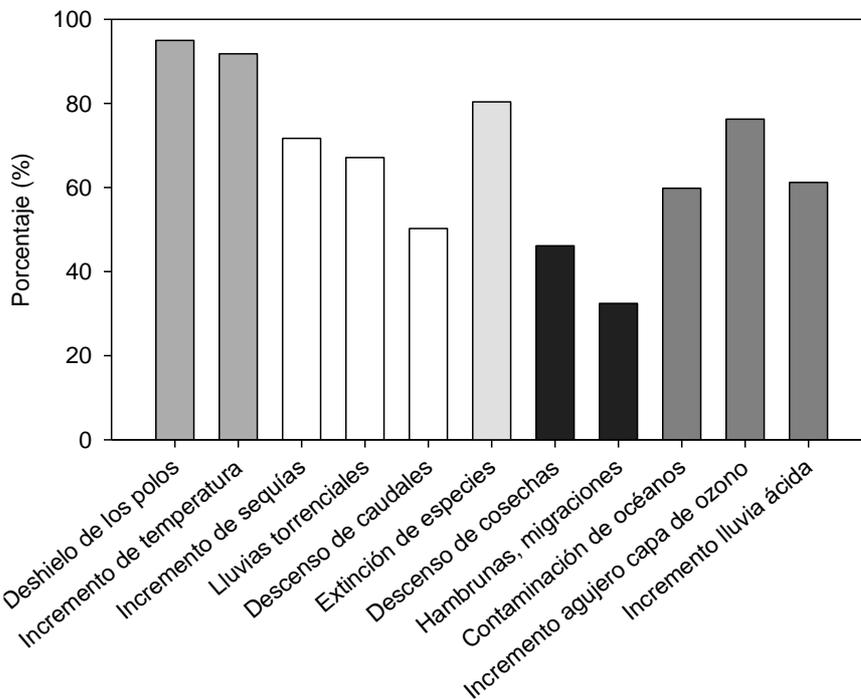


Figura 5 – Porcentaje con el que fue elegida cada una de las posibles respuestas a la pregunta 5 “Indica algunas de las consecuencias que puede provocar el cambio climático”. Se han agrupado e identificado por colores los grupos de respuestas en función de la naturaleza de las consecuencias y su certeza o no: relacionadas, de izquierda a derecha, con el aumento de temperatura (gris medio), con la alteración de las precipitaciones (blanco), sobre la biodiversidad (gris claro), sociales (negro), erróneas (gris oscuro).

El 61% del alumnado dice reciclar como medida para luchar contra el cambio climático, destacando de forma muy clara respecto al resto de acciones (figura 6). Los otros dos componentes de la regla de las 3Rs, reducir y reutilizar, son llevadas a cabo por un porcentaje muy inferior, del 7 y 6% respectivamente. Las medidas que tratan de reducir el uso de combustibles fósiles, transporte sostenible y disminuir el consumo energético, fueron citadas por un 34 y 15% del alumnado respectivamente. Junto a ellas, el alumnado identificó otras medidas correctas para luchar frente al cambio climático, relacionadas con modelos de alimentación sostenible, educación, consumo de productos locales o reducción del consumo de plástico, si bien en todos los casos fueron señaladas por menos del 6% del alumnado. Por otra parte, se citaron otras respuestas que no las podemos considerar acertadas en este caso, como reducir el consumo de agua, no contaminar o no tirar basura de manera genérica, puesto que no son medidas que de forma directa vayan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o disminuir su presencia en la atmosfera; estas 3 tipologías de acciones fueron citadas por un 17%, 6% y 5% del alumnado respectivamente. Finalmente, un 13% de alumnos citó respuestas incluidas en la categoría de nada coherente, puesto que indicaban textualmente que no hacen nada, que no creen que exista el cambio climático o “cuidar el medio ambiente” de forma genérica, sin indicar acciones concretas.

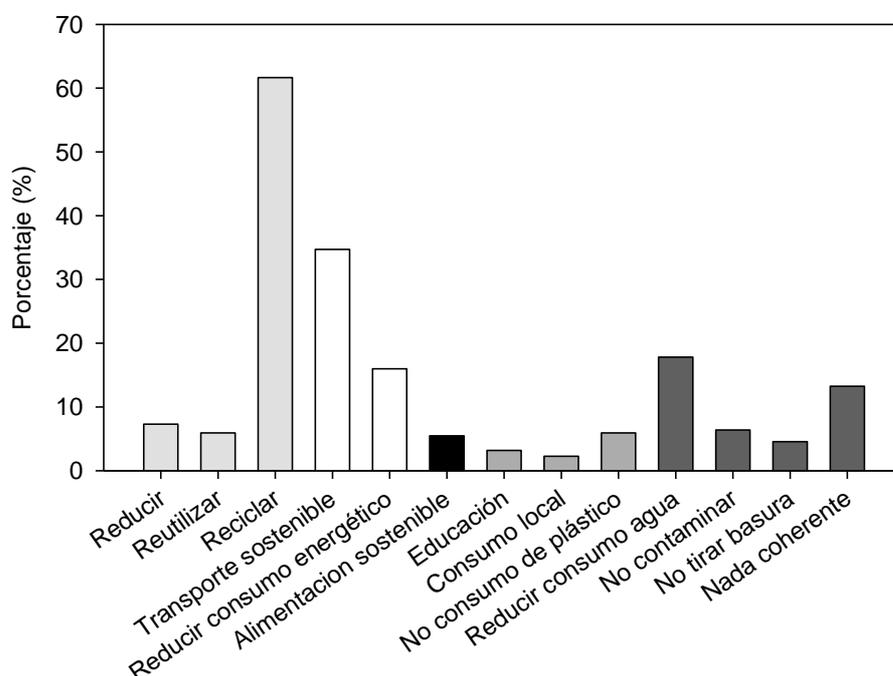


Figura 6 – Porcentaje con el que se citaron diferentes acciones para mitigar el cambio climático, a partir de las respuestas a la pregunta 6: ¿Qué acciones llevas a cabo para luchar contra el cambio climático? Se han agrupado e identificado por distintos tonos los grupos de respuestas en función de su 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), otras medidas de interés (negro), erróneas (gris oscuro). Elaboración propia.

El número de acciones citadas para combatir el cambio climático (figura 7B) fue significativamente inferior entre el alumnado que no fue capaz de explicar ningún aspecto relacionado con el cambio climático en su respuesta a la pregunta 3 (modelos A-D; 1,22 acciones correctas propuestas \pm 0,09), respecto al alumnado que introdujo conceptos correctos frente a este fenómeno (modelos E-H; 1,64 \pm 0,09; Fig. 7B). Asimismo, se pudo confirmar que existe una correlación significativa entre el número de acciones propuestas para combatir el cambio climático por cada alumno/a con el modelo de cambio climático explicado por cada uno de ellos y con la puntuación obtenida en la pregunta de las causas del cambio climático (Fig. 7A).

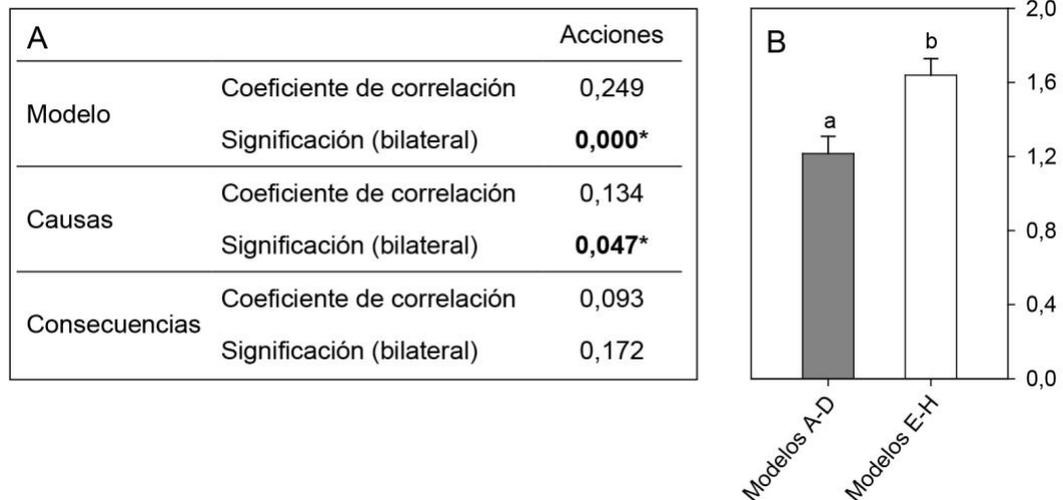


Figura 7 – A, resultados del análisis de correlación de Spearman entre los índices calculados para las acciones propuestas y el modelo de cambio climático, las causas y las consecuencias de cada respuesta; * indica correlación significativa ($P < 0,05$). B, valor medio \pm error estándar de las acciones correctas propuestas por cada alumno/a, agrupadas de acuerdo a su modelo de respuesta; diferentes letras sobre cada columna representan diferencias significativas ($P < 0,05$).

DISCUSIÓN

La práctica totalidad del alumnado de educación secundaria que ha participado en el presente estudio, excepto una persona, reconoce la existencia del cambio climático y el papel del ser humano en el mismo. Estos resultados son acordes a lo observado en otros estudios desarrollados en el ámbito educativo y fuera de él (González-Gaudiano & Maldonado, 2014; Lázaro, González & Escribano, 2019; Meira-Cardete & Arto-Blanco, 2014; Meira-Cardete *et al.*, 2013). Por lo tanto, parece consolidarse que una amplia mayoría social acepta las evidencias científicas en la materia. En cualquier caso, no debemos olvidar las décadas que han debido pasar para alcanzar este reconocimiento y el riesgo que se corre ante determinados mensajes negacionistas de diferentes ámbitos sociales y políticos. De acuerdo con González-Gaudiano y Meira-Cardete (2020), debemos tener presentes los perniciosos intereses del negacionismo climático, que continúa subestimando el futuro de la alteración climática para limitar el alcance de las políticas de adaptación y mitigación. Por todo ello, resulta imprescindible seguir afianzando estos conocimientos científicos climáticos entre la comunidad educativa.

Sin embargo, estos avances en cuestión de reconocimiento de la crisis climática no se corresponden, en base a nuestros resultados, con un mayor conocimiento de la naturaleza científica del problema, ni la de sus causas y consecuencias. El 50% del alumnado no es capaz de explicar ningún aspecto relacionado con el cambio climático en sus respuestas, si bien este porcentaje es ligeramente inferior al obtenido en educación primaria (61,5%; Robredo & Ladrera, 2020), pudiendo observarse una cierta progresión positiva con la edad. En cualquier caso, el alumnado de educación secundaria muestra confusión entre el cambio climático y otros problemas ambientales, fundamentalmente con el agujero de la capa de ozono, considerándolo en gran medida como la causa y/o consecuencia del cambio climático. Esta confusión coincide con lo observado por otros estudios llevados a cabo con alumnado de educación secundaria en diferentes países, tal y como detallan recientemente Varela, Sesto y García-Rodeja (2020). Asimismo, los resultados del presente estudio son muy similares a los obtenidos al finalizar la etapa de educación primaria (Robredo & Ladrera, 2020), de manera que la formación recibida durante la secundaria no revierte la incapacidad del alumnado de comprender estos fenómenos climáticos.

Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de modificar las estrategias educativas en materia climática. Resulta más necesario que nunca trabajar por una correcta alfabetización climática y científica del alumnado de educación secundaria, el cual debe comprender y familiarizarse con las bases físicas, químicas y ecológicas del cambio climático. Caballero, Baigorri y Pardo (2021) diagnostican una escasa presencia de contenidos relativos al cambio climático en el currículo de la ESO. Otros autores también achacan la confusión generalizada del alumnado en materia de cambio

climático a aspectos extracurriculares como el tratamiento erróneo y la influencia por parte de los medios de comunicación (Biçer & Vaizoğlu, 2015). En cualquier caso, queda clara la necesidad de reforzar las bases científicas de este tema a lo largo de la etapa educativa. Sin embargo, la citada alfabetización climática no solo debe centrarse en aspectos cognitivos (Allen & Crowley, 2017; Kahan *et al.*, 2012; Shepherd & Kay, 2012), sino que también se debe trabajar desde otras disciplinas de forma conjunta. González-Gaudiano y Meira-Carrea (2020) indican la necesidad de “educar sobre el clima” y “para el cambio”. La complejidad del cambio climático exige respuestas que partan desde un enfoque integrado que debe incluir las ciencias sociales para enfrentar los problemas y buscar soluciones (Pardo & López, 2022). Es importante fomentar procesos afectivos, dirigidos a impulsar una conciencia crítica y un compromiso activo del estudiantado, dirigido a transformar nuestro papel en el contexto climático actual (González-Gaudiano, 2021).

Para fomentar procesos afectivos resulta necesario trabajar situaciones locales y preocupaciones cotidianas del alumnado relacionadas con la crisis climática (González-Gaudiano & Meira-Carrea, 2020). En este sentido, el alumnado sigue mostrando, de acuerdo con lo observado en al finalizar la educación primaria (Robredo & Ladrera, 2020), una tendencia a asociar el cambio climático con consecuencias geográficamente lejanas, como el deshielo de los polos. Reconoce en menor medida aspectos climáticos que le afectan directamente, como aquellos relacionados con las sequías e inundaciones. Por lo tanto, el alumnado de educación secundaria sigue percibiendo el cambio climático como algo lejano sobre lo que apenas tiene capacidad de actuación, impidiendo el desarrollo de los aspectos afectivos citados. Asimismo, este alumnado apenas es capaz de comprender consecuencias sociales, como una menor producción de alimentos o hambrunas y migraciones asociadas, y escasamente reconoce el impacto climático del consumo de carne o de productos lejanos, a pesar de las evidencias científicas de ello (Ritchie, Reay, & Higgins, 2018; Springmann *et al.*, 2018; Tilman & Clark, 2014). Este escaso reconocimiento de cuestiones sociales y culturales y su relación con la crisis climática podría estar relacionado con la poca atención que se presta a los mismos en los currículos educativos (Behrens *et al.*, 2017; Punter *et al.*, 2011), siendo incluso menor que las cuestiones científicas relacionadas con el cambio climático.

La desafección del alumnado frente a implicaciones cercanas del cambio climático o cuestiones sociales relacionadas con sus hábitos y vida cotidiana se refleja igualmente en las escasas acciones que lleva a cabo para combatirlo. En consonancia con lo observado en el estudio previo entre el alumnado de educación primaria (Robredo & Ladrera, 2020), el alumnado de educación secundaria del presente estudio indica mayoritariamente el reciclaje como principal acción que lleva a cabo para mitigar el cambio climático, seguido de acciones relacionadas con el transporte sostenible y el ahorro energético. Sin embargo, apenas lleva a cabo acciones relacionadas con la reducción y reutilización de residuos, a pesar de la prioridad que deben tener estas acciones desde un punto de vista de la sostenibilidad. Cita aspectos como la alimentación sostenible y otros relacionados con el consumo que no cita el alumnado de educación primaria, como el consumo de productos locales o reducir el consumo de plástico. Sin embargo, estas opciones son identificadas por menos del 6% del alumnado. Esta escasa atención a los modelos de consumo y su relación con el cambio climático ha sido recogida por otros estudios (Tesa, 2016; Velasco *et al.*, 2020), los cuales consideran que apenas existe cuestionamiento ambiental de nuestros modelos de consumo entre los jóvenes. Estos no se plantean la necesidad de una transformación de los modelos de consumo, e incluso perciben la sobreexplotación de los recursos como un motor económico, sin reparar en sus implicaciones ambientales (Tesa, 2016). Velasco *et al.* (2020) señalan que es fundamental trabajar los modelos de consumo para abordar el conocimiento y la comprensión del cambio climático, explicando el ciclo de vida de los productos y analizando el impacto ambiental y social de los bienes de consumo, fomentando una reducción de los mismos.

Las actitudes poco comprometidas del alumnado de educación secundaria parecen relacionarse con la escasa atención que presta la formación académica a cuestiones sociales relativas al cambio climático. Ahora bien, nuestros resultados confirman igualmente su relación con el escaso conocimiento del alumnado en materia de cambio climático. Hemos podido determinar que el alumnado que es capaz de describir correctamente el cambio climático y de identificar más causas del mismo lleva a cabo más acciones para frenar el cambio climático. El conocimiento de las bases científicas del problema resulta clave para fomentar actitudes que traten de paliar la crisis climática. El alumnado difícilmente podrá actuar frente a un problema ambiental si desconoce la naturaleza del mismo. Sin embargo, y como se ha mencionado anteriormente, estas cuestiones cognitivas no serán suficientes para ello y se debe trabajar desde enfoques más complejos y multidisciplinares que incluyan las ciencias sociales, en pro de fomentar actitudes críticas y proactivas. Junto con la citada necesidad de

trabajar cuestiones locales que favorezcan el mayor compromiso del alumnado, González-Gaudio y Meira-Carda (2020) señalan otros aspectos que debe incluir la alfabetización científica, como el aprendizaje participativo, enfoques pedagógicos basados en la investigación, o la acción y el rol político de la ciudadanía.

CONCLUSIONES

El presente estudio pretende contribuir al diagnóstico sobre la alfabetización climática del alumnado de educación secundaria, lo cual resulta determinante para poder poner en marcha estrategias de adaptación y mitigación del cambio climático entre el estudiantado. Los escasos avances observados respecto a la educación primaria y la intensificación del cambio climático y sus consecuencias ponen de manifiesto la necesidad de implantar mayor dedicación y esfuerzo al tema en los currículos y aulas de educación secundaria.

En base a los resultados obtenidos y las propuestas de otros autores, los esfuerzos deben dirigirse en dos sentidos. Por un lado, resulta necesaria una mayor formación científica que permita al alumnado comprender las bases físicas del problema, lo cual resulta necesario para conocer su papel en la problemática. Igualmente, se debe fomentar una formación en las aulas dirigida a una mayor implicación del alumnado en el tema. Se debe partir de un conocimiento de la gravedad del problema, con las implicaciones locales y cercanas que tiene, así como los impactos de carácter social y humano que está generando la crisis climática y que van a intensificarse progresivamente en el futuro. A partir de ello, se debería fomentar una actitud crítica con los modelos socioeconómicos actuales, en los que todo gira en torno al paradigma del crecimiento y el consumo y dar a conocer modelos sociales y económicos alternativos, ampliamente apoyados por la comunidad científica, como el decrecimiento o la economía ecológica. Asimismo, resulta clave promover una mayor implicación del alumnado en la gestión ambiental y tomas de decisiones a escala local, comenzando por la gestión escolar, de forma que el alumnado participe activamente y de forma cooperativa en las políticas encaminadas hacia la adaptación y mitigación de la crisis climática.

Para favorecer estos aprendizajes multidisciplinares se debe incrementar la presencia de estos temas en las diferentes materias, tanto aquellas de mayor componente científico como aquellas de mayor peso social. Asimismo, se debe apostar por cambios metodológicos en los que la cuestión cognitiva no sea la única, sino que se trabajen cuestiones actitudinales y una mayor participación del alumnado. En este sentido, en los últimos años se vienen desarrollando y evaluando novedosas metodologías en materia climática para incorporar en las aulas de secundaria, relacionadas con el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo o significativo entre otros. Sin embargo, apenas existe transferencia de conocimiento entre las líneas de investigación pedagógicas y didácticas llevadas a cabo en las universidades y el desarrollo y ejecución de los currículos educativos de las etapas preuniversitarias.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por el Instituto de Estudios Riojanos en el marco de sus Planes de Investigación 2022, a través del proyecto “Estudio del conocimiento y actitudes del alumnado de educación secundaria y del futuro profesorado en torno al cambio climático”. Agradecemos a los centros de educación secundaria que han participado en el estudio y al alumnado del “Máster universitario en profesorado de educación secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanzas de idiomas” de la Universidad de La Rioja por su colaboración en la recogida de datos.

REFERENCIAS

- Allen, L. B., & Crowley, K. (2017). Moving beyond scientific knowledge: Leveraging participation, relevance, and interconnectedness for climate education. *International Journal of Global Warming*, 12(3–4), 299–312. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2017.084781>
- Azeiteiro, U. M., Bacelar-Nicolau, P., Santos, P. T., Bacelar-Nicolau, L., & Morgado, F. (2018). Assessing high school student perceptions and comprehension of climate change. *Climate Change Management*, 3, 21–34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70479-1_2

- Bautista-Cerro, M. J., Murga-Menoyo, M. Á., & Novo, M. (2019). La Educación Ambiental en el S. XXI (página en construcción, disculpen las molestias). *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1103. Recuperado de <https://rodin.uca.es/handle/10498/22500>
- Behrens, P., Kieft-de Jong, J. C., Bosker, T., Rodrigues, J. F. D., De Koning, A., & Tukker, A. (2017). Evaluating the environmental impacts of dietary recommendations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(51), 13412–13417. National Acad Sciences. <https://doi.org/10.1073/pnas.1711889114>
- Biçer, B. K., & Vaizoğlu, S. A. (2015). Determination of nursing students' knowledge and awareness about global warming/climate change. *Hacettepe University Journal of Nursing*, 2(2), 30–43. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1300491.pdf>
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The 'Greenhouse Effect': children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15(5), 531–552. <https://doi.org/10.1080/0950069930150507>
- Caballero, M., Baigorri, A., & Pardo, M. (2021). Educación y cambio climático. Una aproximación desde la ESO. *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 21(2), 2293. <https://doi.org/10.5565/rev/athenea.2293>
- da Luz, R., dos Santos, E., & Oliveira, R. (2020). Educação ambiental e educação cts numa perspectiva freireana: a necessária superação da contradição entre conservação e desenvolviment. *Investigações Em Ensino de Ciências*, 25(3), 162–189. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n5p162>
- Fisher, B. (1998). Australian student's appreciation of the greenhouse effect and the ozone hole. *Australian Science Teachers Journal*, 44(3), 46. Recuperado de <https://www.proquest.com/docview/194495244?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true>
- Francis, C., Boyes, E., Qualter, A., & Stanisstreet, M. (1993). Ideas of elementary students about reducing the "greenhouse effect." *Science Education*, 77(4), 375–392. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770403>
- Franquesa-Codinach, T., Heras-Hernández, F., & Meira-Cartea, P. A. (2021). Educación ambiental: sobre o colapso e a esperanza. *Ambientalmente Sustentable*, 27(2), 7–17. <https://doi.org/10.17979/ams.2020.27.2.7632>
- García-Rodeja, I., & Lima de Oliveira, G. (2012). Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos sección investigación didáctica. *Enseñanza de Las Ciencias*, 30(3), 195–218. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n3.695>
- García-Vinuesa, A., & Meira-Cartea, P. A. (2019). Caracterización de la investigación educativa sobre el cambio climático y los estudiantes de educación secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81), 507–535. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662019000200507
- González-Gaudiano, E. J. (2021). Por un currículum de emergencia para la crisis climática. *Revista de Educación En Biología*, 3(Nº ext), 60-62. Recuperado de <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/867/434>
- González-Gaudiano, E. J., & Maldonado, A. L. (2014). What do university students think, say and do on climate change?: A study of social representations. *Educar Em Revista*, (SPE3), 35–55. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/328060278.pdf>
- González-Gaudiano, E. J., & Meira-Cartea, P. A. (2020). Educación para el cambio climático ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*, 42(168), 157–174. Recuperado de https://perfileseducativos.unam.mx/iisue_pe/index.php/perfiles/article/view/59464/52483
- González-Gaudiano, E. J., Meira-Cartea, P.A., & Gutiérrez-Pérez, J. G. (2020). ¿Cómo educar sobre

- la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículum de emergencia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 843–872. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v25n87/1405-6666-rmie-25-87-843.pdf>
- González, L. (2009). La sistematización y el análisis de los datos cualitativos. In R. Mejía & S. A. Sandoval (Eds.), *Tras las vetas de la investigación cualitativa, acercamientos desde las prácticas*. Guadalajara, México, México: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272002000500005>
- Jafer, Y. J. (2019). Assessing Kuwaiti pre-service science teachers' greenhouse effect perceptions and misconceptions. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-09992-1>
- Kahan, D. M., Peters, E., Wittlin, M., Slovic, P., Ouellette, L. L., Braman, D., & Mandel, G. (2012). The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. *Nature Climate Change*, 2(10), 732–735. <https://doi.org/10.1038/nclimate1547>
- Lázaro, L., González, C., & Escribano, G. (2019). *Los españoles ante el cambio climático*. Madrid: Real Instituto Elcano. Recuperado de <https://www.realinstitutoelcano.org/wp-content/uploads/2019/09/informe-espanoles-ante-cambio-climatico-sept-2019.pdf>
- Liarakou, G., Athanasiadis, I., & Gavrilakis, C. (2011). What Greek secondary school students believe about climate change? *International Journal of Environmental and Science Education*, 6(1), 79–98. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ930283>
- Marín, A., Hernández, E., & Flores, J. (2016). Metodología para el análisis de datos cualitativos en investigaciones orientadas al aprovechamiento de fuentes renovables de energía. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 1(1), 60–75. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576866905006>
- Medina, M. Á., & Galván, J. J. (2021). La nueva Ley de Educación (LOMLOE) ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y el reto de la COVID-19. *Avances En Supervisión Educativa. Revista de La Asociación de Inspectores de Educación de España*, 4, 1–42. <https://doi.org/10.23824/ase.v0i35.709>
- Meira-Carteá, P. A., & Arto-Blanco, M. (2014). Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación. *Educar Em Revista*, (spe3), 15–33. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38041>
- Meira-Carteá, P. A., Arto-Blanco, M., Heras-Hernández, F., Iglesias-da Cunha, L., Lorenzo-Castiñeiras, J. J., & Montero-Souto, P. (2013). La respuesta de la sociedad española ante el cambio climático. *Fundación Mapfre*. Recuperado de https://www.academia.edu/download/38558518/2013-La_respuesta_de_la_sociedad_espanola_ante_el_cambio_climatico.pdf
- Navarro, M., Moreno, O., & Rivero, A. (2020). El cambio climático en los libros de texto de educación secundaria obligatoria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 957–985. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v25n87/1405-6666-rmie-25-87-957.pdf>
- Nefat, A., & Benazić, D. (2019). The Student Perceptions, Concern And Knowledge With Regard To Climate Changes In Croatia. *Ekonomski Pregled*, 70(5), 723–742. Recuperado de <https://hrcak.srce.hr/file/333628>
- Pardo, G., & López, M. A. A. (2022). Alfabetización climática: actitudes y conocimientos del alumnado y profesorado de ciencias sociales. *Revista de Educación Ambiental*. https://doi.org/10.25267/Rev_educ_ambient_sostenibilidad.2021.v3.i2.2603
- Punter, P., Ochando, M., & Garcia, J. (2011). Spanish secondary school students' notions on the causes and consequences of climate change. *International Journal of Science Education*, 33(3), 447–464. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.492253>

- Rincón, W. A. (2014). Preguntas abiertas en encuestas ¿cómo realizar su análisis? *Comunicaciones En Estadística*, 7(2), 139–156. <https://doi.org/10.15332/s2027-3355.2014.0002.02>
- Ritchie, H., Reay, D. S., & Higgins, P. (2018). The impact of global dietary guidelines on climate change. *Global Environmental Change*, 49, 46–55. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.02.005>
- Robredo, B., & Ladrera, R. (2020) ¿Preparados para la acción climática al finalizar la educación primaria? *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 933–955. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v25n87/1405-6666-rmie-25-87-933.pdf>
- Rousell, D., & Cutter-Mackenzie-Knowles, A. (2020). A systematic review of climate change education: giving children and young people a 'voice' and a 'hand' in redressing climate change. *Children's Geographies*, 18(2), 191–208. <https://doi.org/10.1080/14733285.2019.1614532>
- Salas, D. J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2016). Supporting the Acquisition of Scientific Skills by the Use of Learning Analytics. *International Conference on Web-Based Learning*, 281–293. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47440-3_32
- Seroussi, D.-E., Rothschild, N., Kurzbaum, E., Yaffe, Y., & Hemo, T. (2019). Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change. *International Education Studies*, 12(8), 33–45. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n8p33>
- Shepherd, S., & Kay, A. C. (2012). On the perpetuation of ignorance: System dependence, system justification, and the motivated avoidance of sociopolitical information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(2), 264. <https://doi.org/10.1037/a0026272>
- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., ... Carlson, K. M. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0>
- Stevenson, K. T., Peterson, M. N., & Bondell, H. D. (2018). Developing a model of climate change behavior among adolescents. *Climatic Change*, 151(3–4), 589–603. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2313-0>
- Stevenson, R. B., Nicholls, J., & Whitehouse, H. (2017). What Is Climate Change Education? *Curriculum Perspectives*, 37(1), 67–71. <https://doi.org/10.1007/s41297-017-0015-9>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2021). Promoting critical and creative thinking in science teaching: Educational proposals and their contributions in Portuguese students. *Investigacoes Em Ensino de Ciencias*, 26(1), 70–84. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2021v26n1p70>
- Tesa, M. G. (2016). *Comunicación y Representaciones del Cambio Climático: El Discurso Televisivo y el Imaginario de los Jóvenes Españoles*. Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de <https://eprints.ucm.es/41736/1/T38564.pdf>
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518. <https://doi.org/10.1038/nature13959>
- Torres, L., Aparicio, E., & Sosa, L. (2019). Pensamiento estocástico en la modelación gráfica. Un estudio de caso en la ingeniería química. *Investigación e Innovación En Matemática Educativa*, 4, 62–74. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/15958/>
- UNICEF (2018). *Nuestro planeta, nuestros derechos. Educación, derechos de infancia y cambio climático*. Recuperado de <https://www.unicef.es/sites/unicef.es/files/comunicacion/unicef-educacion-guia-curso-cambio-climatico-derechos-infancia.pdf>

Varela, B., Sesto, V., & García-Rodeja, I. (2020). An Investigation of Secondary Students' Mental Models of Climate Change and the Greenhouse Effect. *Research in Science Education*, 50(2), 599–624. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9703-1>

Velasco, L. C., Martín, J. J., Estrada, L. I., & Tójar, J. C. (2020). Environmental education to change the consumption model and curb climate change. *Sustainability*, 12(18), 1–15. <https://doi.org/10.3390/SU12187475>

Recebido em: 06.02.2022

Aceito em: 14.09.2022