

Didáctica Geográfica nº 25, 2024, pp. 125-158

DOI: <https://doi.org/10.21138/DG.704>

ISSN electrónico: 2174-6451

ENSEÑANDO LA COMPLEJIDAD: CLIMA, CAMBIO CLIMÁTICO Y EXTREMOS ATMOSFÉRICOS EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

TEACHING COMPLEXITY: CLIMATE, CLIMATE CHANGE AND ATMOSPHERIC EXTREMES IN SECONDARY EDUCATION

COMPLEXITÉ PÉDAGOGIQUE : CLIMAT, CHANGEMENT CLIMATIQUE ET EXTRÊMES ATMOSPHÉRIQUES DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Esther Sánchez Almodóvar¹ 

Instituto Interuniversitario de Geografía, Universidad de Alicante
esther.sanchez@ua.es

Jorge Olcina Cantos 

Director del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante
Jorge.olcina@ua.es

Recibido: 21/06/2023

Aceptado: 14/09/2023

RESUMEN:

La enseñanza del tiempo y clima, de sus eventos extremos y del proceso de calentamiento climático planetario se ha convertido en un tema prioritario en el contexto actual. La geografía es la disciplina científica que mejor puede presentar de forma

¹ Autora de correspondencia

didáctica la complejidad de unos procesos atmosféricos que condicionan la vida del ser humano. La aparición de normativas, generales y educativas, que obligan a considerar el cambio climático y sus extremos atmosféricos asociados en la vida cotidiana (territorio, economía, sociedad, educación) permite proponer ideas sobre la manera de transmitir estos procesos en la educación de los diferentes niveles educativos. El trabajo hace repaso a las experiencias didácticas más destacadas que se han desarrollado en España en los últimos años para la enseñanza del clima y el cambio climático. En este sentido se presentan las propuestas didácticas llevadas a cabo desde la Universidad de Alicante (Laboratorio de Climatología) que han resultado exitosas para la transmisión, de forma sencilla, de unos procesos físicos de gran complejidad.

PALABRAS CLAVE:

Clima; cambio climático; enseñanza de la Geografía; normativas; experiencias didácticas.

ABSTRACT:

The teaching of weather and climate, its extreme events and the process of global warming has become a priority issue in the current context. Geography is the scientific discipline that can best present didactically the complexity of atmospheric processes that condition human life. The emergence of general and educational regulations, which require the consideration of climate change and its associated atmospheric extremes in daily life (territory, economy, society, education) allows us to propose ideas on how to transmit these processes in education at different levels. The article reviews the most outstanding teaching experiences developed in Spain in recent years for the teaching of climate and climate change. In this sense, we present the teaching proposals carried out through the University of Alicante (Climatology Lab) that have been successful in conveying highly complex physical processes simply.

KEY WORDS:

Climate; climate change; geography teaching; regulations; teaching experiences.

RÉSUMÉ :

L'enseignement sur la météo et le climat, ses événements extrêmes et le processus de réchauffement climatique mondial est devenu un sujet prioritaire dans le contexte actuel. La géographie est la discipline scientifique qui peut le mieux présenter de manière didactique la complexité des processus atmosphériques qui conditionnent la vie humaine. L'émergence de réglementations générales et éducatives qui nécessitent de prendre en compte le changement climatique et les extrêmes atmosphériques associés

dans la vie quotidienne (territoire, économie, société, éducation) permet de proposer des idées sur la manière de transmettre ces processus dans l'éducation des différents niveaux d'éducation. . L'ouvrage passe en revue les expériences pédagogiques les plus remarquables développées en Espagne ces dernières années pour l'enseignement du climat et du changement climatique. En ce sens, sont présentées les propositions didactiques réalisées par l'Université d'Alicante (Laboratoire de Climatologie) qui ont réussi à transmettre, de manière simple, des processus physiques très complexes.

MOTS-CLÉS:

Climat; changement climatique; enseigner la géographie; règlements; expériences didactiques.

1. LA EDUCACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CONTEXTO MUNDIAL

La geografía, como ciencia natural y social, es especialmente idónea para la enseñanza del clima, el cambio climático y los extremos atmosféricos, ya que aúna el conocimiento y la interpretación de los factores naturales y humanos que intervienen en el territorio, ofreciendo una explicación causal de los procesos que acontecen, así como de sus efectos sobre el espacio y la sociedad, a la vez que aporta acciones para su mitigación y adaptación.

Desde finales del siglo XIX, se incorporaron conocimientos sobre el tiempo y clima en los diferentes planes de estudio y tendencias geográficas (Tonda-Monllor & Sebastiá-Alcaraz, 2003), siendo una de las ramas de la Geografía que mayor interés ha cobrado en el mundo académico en los últimos años debido a su creciente interés social por su importancia para dar a entender el actual contexto de cambio climático (Morote Seguido & Olcina Cantos, 2020). La enseñanza del cambio climático es tarea compleja (Olcina Cantos, 2017), ya que se debe poseer un amplio conocimiento sobre el clima y el sistema climático, necesario para analizar las variables climáticas y la influencia de los factores geográficos, y también para planificar el territorio y adoptar medidas frente a las nuevas realidades ambientales (Martín Vide, 2009). La presencia del conocimiento geográfico en todos los niveles educativos es importante para reducir el efecto de los riesgos naturales en el contexto actual de cambio climático y fomentar la concienciación social sobre estos fenómenos (Morote Seguido & Olcina Cantos, 2021).

El proceso de enseñanza-aprendizaje debe hacerse desde la rigurosidad científica, utilizando fuentes de información fiables. Para la enseñanza de contenidos sobre el cambio climático una fuente importante representan los informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (en adelante IPCC), que cada 5-6 años suelen

publicar un informe sobre el estado actual del clima, los efectos del cambio climático, tanto en la naturaleza como en la sociedad, el IPCC a la vez que apuesta por una serie de medidas para limitar el calentamiento global, favorecer la mitigación e implementar la adaptación para hacer frente a los efectos del cambio climáticos. De entre todas las medidas propuestas, se incluye la educación como una pieza fundamental para la concienciación y sensibilización de la sociedad, para cualquier rango de edad, mediante la difusión de datos e información científica rigurosa, sin caer en los mensajes extremistas, alarmistas y catastrofistas (Morote y Olcina, 2023).

Así pues, en el primer informe del IPCC (1990), se observa una apuesta firme y decidida en materia de educación. De hecho, se recomienda promover acciones en la educación pública y las iniciativas que generan mayor conciencia sobre las consecuencias e impactos potenciales del cambio climático mundial y sobre la viabilidad de opciones. Sin embargo, al final del informe, las recomendaciones señaladas pasan a formar parte de un apartado de obligaciones generales para el estímulo y cooperación para promover la educación y concienciación pública, a causa de los impactos ambientales y socioeconómicos de las emisiones de gases de efecto invernadero y del cambio climático. Por su parte en el segundo informe del IPCC (1995), aparece un apartado dedicado a instrumentos de políticas que mantienen como objetivo la apuesta por la educación y la formación; medidas de información y asesoramiento para el desarrollo sostenible y normas de consumo que faciliten la mitigación del cambio climático y la adaptación al clima, así como sus respuestas. Ejemplo de ello es la consideración de que la educación del público sobre el uso sostenible de recursos puede desempeñar una importante función en la modificación de los hábitos y conductas de consumo entre otros comportamientos humanos.

En el tercer informe del IPCC (2001) se recoge que los gobiernos han trabajado en realizar estudios y análisis de vulnerabilidad, sobre los efectos del cambio climático, permitiéndoles crear oportunidades de investigación y foros de intercambios de ideas y datos. Esta gestión de las actividades de investigación y educación relacionados con el clima se ha acelerado en la evolución climática. Asimismo, se señala que el comportamiento de las personas en relación con el cambio climático está determinado por la cultura, los procesos sociales y psicológicos complejos. Esto quiere decir que las tareas divulgativas y educacionales son complejas por la cantidad de elementos sociales y culturales existentes en cada sociedad, por lo que a cada una de ellas le será más efectiva medios de comunicación diferentes o intencionalidades distintas, por lo que la transmisión de esta información se dificulta. En el apartado titulado *Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity*, aparece una clasificación de opciones de adaptación, en la cual, la opción número 8 hace referencia a la educación y comportamiento. Dentro de esta opción aparece una serie de medidas de adaptación

administrativas y legales, en el que se propone implementar campañas de educación, a través de la mejora y la medición de datos, las auditorías y el control de la energía, los talleres y las exposiciones, las campañas en los medios de comunicación, la educación y la formación, el etiquetado, las publicaciones y las bases de datos, como instrumentos utilizados para la mejora de la difusión de información. Además, de estos instrumentos, se añaden, por primera vez, la apuesta por programas de educación y formación, basados en: a) publicidad y marketing, b) emisiones de programas especiales en la televisión y la radio, c) folletos, d) base de datos, e) programa de concienciación pública, junto a la declaración de día o mes de la sostenibilidad, de medio ambiente, del agua, del clima, entre otros; y por último f) publicación de libros y revistas, la explicación de casos de éxito en la adaptación al cambio climático, entre otros, como instrumentos para la educación.

En el cuarto informe del IPCC (2007) se destaca la falta de inversiones en educación ambiental en los países más rezagados, por lo que se pretende apostar por el uso y empleo de energías limpias, a través de la educación y formación periódica, especialmente, centrandó la atención en ejemplos de buenas prácticas. En el presente informe, en su capítulo 13 *Policies, instruments and cooperative arrangements*, se señala que los instrumentos de información como los requisitos de divulgación pública y las campañas de concienciación/educación pueden afectar positivamente a la calidad del medio ambiente al permitir que los consumidores puedan tomar decisiones mejor informadas. Asimismo, se indica que la educación ha tenido una gran eficacia en lo que se refiere a las políticas medioambientales, empero, se desconoce el impacto que puede tener respecto al cambio climático. Por primera vez, la educación es considerada como un indicador del desarrollo sostenible. En el citado informe se hace alusión al artículo 6 de la CMNUCC², sobre educación, formación y sensibilización del público, se pide a los gobiernos que promuevan el desarrollo y la aplicación de programas educativos y de sensibilización pública, promover el acceso a la información y la participación pública y promover la formación del personal científico, técnico y de gestión. Este punto evidencia que la cuestión de la educación sobre el cambio climático no solo debe enfocarse en la ciudadanía o población joven, sino que también debe estar dirigida a todas las personas y, especialmente, a los dirigentes y tomadores de decisiones. Éstos, a su vez, deben desarrollar los mecanismos necesarios para que, por medio de campañas de educación, concienciación y sensibilización, la ciudadanía esté informada de los riesgos y efectos del cambio climático.

Por su parte, el quinto informe del IPCC (2014), en el ámbito social, destaca la propuesta de opción educativa basada en la sensibilización e integración en la educación,

² Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1994).

además de la investigación participativa y aprendizaje social, donde existan plataformas de intercambio de conocimiento y aprendizaje. Por primera vez, de manera esclarecedora, se enuncia que, para realizar tareas de transferencia de conocimiento del IPCC a la población, hace falta realizar actuaciones en la educación primaria y secundaria. Además, se indica que esta cuestión debe realizarse a diferentes niveles. Por un lado, realizando acciones en las escuelas, fomentar la educación en este sentido, preparar materiales didácticos para que los niños y niñas puedan comprender desde pequeños la relevancia del problema; y, de otro lado, otro nivel educativo e informativo, con un claro objetivo de toma de conciencia, enfocado a las personas adultas. Asimismo, se apuesta fuertemente por los medios de comunicación como otra herramienta fundamental y con un fuerte papel protagonista, con una doble función: a) informar con datos y con un carácter científico riguroso sobre los efectos del cambio climático en nuestra vida; y b) evitar la desinformación, las *fakes news* y las noticias con un enfoque alarmista o catastrofista. Por último, hay que destacar que el cambio climático debe considerarse un problema medioambiental que afecta a la sociedad, la cual debe limitar, mitigar o adaptarse a sus efectos adversos.

El informe especial, entre el quinto y sexto informe del IPCC publicado en (2018) llevó por título *Global Warming of 1.5°C*, y en él se recogen aspectos interesantes sobre la educación como herramienta para afrontar el cambio climático. Lo más destacado del citado informe es que señala la gestión del riesgo de catástrofes y que la adaptación basada en la educación tienen menores perspectivas de ampliación y rentabilidad (evidencia media, acuerdo alto), pero resultan fundamentales para crear capacidad de resiliencia al cambio climático. Estas opciones motivan la adaptación a través de la sensibilización, el aprovechamiento de múltiples sistemas de conocimiento, el desarrollo de la investigación-acción participativa y los procesos de aprendizaje social, el fortalecimiento de los servicios de extensión y la creación de mecanismos para el aprendizaje y el intercambio de conocimientos a través de plataformas comunicativas, conferencias internacionales y redes de conocimiento. Por ende, se observa un incremento en las herramientas y mecanismos para la divulgación de información educativa y concienciación social ante el cambio climático.

El sexto informe del IPCC (2021), recoge en su primer volumen (bases físicas) que numerosos estudios de casos de diálogos extensos e interactivos entre científicos y responsables políticos, gestores de recursos y otras partes interesadas para producir información y conocimientos, se traduce, posteriormente, en la elaboración de políticas ambientales y la gestión de los recursos en todo el mundo. Asimismo, se considera fundamental estar informado sobre el conocimiento local de un territorio, ya que puede acelerar los cambios de comportamiento a gran escala consistentes con la adaptación y limitación del cambio global.

Estos enfoques son más eficaces cuando se combinan con otras políticas y se adaptan a las motivaciones, capacidades y recursos de actores y contextos específicos. En dicho informe se considera imprescindible la existencia de diálogo entre la comunidad científica y la gobernanza, mediante la dialéctica y la educación, para mejorar la calidad de la información científica. Esto quiere decir que la comunidad científica existe para asesorar y encauzar la toma de decisiones a los políticos, basadas en cuestiones ambientales y climáticas, en la cual la experiencia ha demostrado que la colaboración entre ambas partes tiene mayor efecto positivo en la sociedad y el medio natural.

De hecho, en el reciente informe titulado *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (IPCC, 2022) se señala que mejorar la importancia sobre los riesgos, los impactos y sus consecuencias, y las opciones de adaptación promueve respuestas sociales y políticas (confianza alta). Permite la profundización en el conocimiento del clima y compartirlo, incluyendo el desarrollo de todas las capacidades en todas las escalas, los programas educativos y de información, el uso de las artes, la modelización participativa, los servicios climáticos y los conocimientos locales (confianza alta). Estas medidas pueden facilitar la concienciación, aumentar la percepción del riesgo e influir en los comportamientos (confianza alta).

Por último, se observa que la educación gana un gran peso en los diferentes impactos del cambio climático, y juega un papel fundamental para el desarrollo de medidas de adaptación en las diferentes escalas (nacional, regional y local) (Tabla 1).

| Informes IPCC | Propuestas en materia de educación |
|-------------------------------|---|
| 1º Informe - IPCC (1990-1992) | <ol style="list-style-type: none">1. Fomentar la conciencia y conocimiento de las cuestiones relativas al cambio climático.2. Proporcionar orientación sobre prácticas positivas para limitar el cambio climático y/o adaptarse al mismo.3. Alentar una amplia participación de todos los sectores de la población de todos los países, desarrollados y en vía de desarrollo, para abordar la solución de los temas que plantea el cambio climático y desarrollar respuestas adecuadas.4. Hacer especialmente hincapié en grupos objetivos clave, tales como niños y jóvenes, así como personas en el hogar, responsables políticos y líderes políticos, medios de comunicación, instituciones docentes, científicos, sectores de negocios y sectores agrícolas. |

| | |
|--------------------------|---|
| 2º Informe - IPCC (1995) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Educación y formación. 2. Medidas de información y asesoramiento para el desarrollo sostenible y normas de consumo que faciliten la mitigación del cambio climático. 3. Medidas de adaptación o de respuesta al cambio climático. 4. Apuesta por la educación pública sobre el uso de recursos naturales. |
| 3º Informe- IPCC (2001) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mejora de datos y medición, creación de base de datos 2. Auditorías y el control de la energía 3. Talleres, folletos y exposiciones 4. Campañas en los medios de comunicación 5. Educación y formación 6. Publicidad y marketing 7. Programa de concienciación pública con la declaración del día o mes de cuestiones ambientales y climáticas. 8. Publicaciones científicas. |
| 4º Informe - IPCC (2007) | <ol style="list-style-type: none"> 1. La educación como herramienta del desarrollo sostenible. 2. Apuesta por el uso y empleo de energías renovables. 3. Creación de instrumentos de información, divulgación y campañas de concienciación-educación pública relacionadas con el medio ambiente. 4. Formación de personal científico, técnico y de gestión. |
| 5º Informe - IPCC (2014) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Opción educativa basada en la sensibilización e integración en la educación en diferentes niveles (primaria y secundaria). 2. Investigación participativa y aprendizaje social. 3. Plataformas de intercambio de conocimientos. 4. La educación social: población joven y adulta. 5. Los medios de comunicación como instrumento de divulgación científica y rigurosa basada en datos reales. 6. Evitar la desinformación, <i>fake news</i>, noticias e imágenes catastrofistas, etc. |
| 6º Informe - IPCC (2021) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Colaboración entre científicos y responsables políticos, gestores de recursos y otras partes interesadas. 2. Producción de información y conocimiento. 3. Elaboración de políticas y gestión de recursos en todo el mundo. 4. Tener en cuenta el conocimiento local de un territorio para la adaptación y limitación del cambio climático. 5. La educación mejora la calidad de la información científica. 6. Elaboración de programas educativos e informativos sobre el cambio climático. |

TABLA 1. Resumen de propuestas de educación en los informes del IPCC (1990-2022). Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, la educación, con relación a los riesgos atmosféricos y al cambio climático, ha ido adquiriendo un mayor peso con el paso de los años, tal como se refleja en los sucesivos informes del IPCC, en el que se mantiene o se incluyen nuevas herramientas o mecanismos a emplear en la realización de actividades educativas. Asimismo, resulta interesante destacar la aparición de conceptos en función de la visión, enfoque y políticas existentes a nivel mundial. Por ejemplo, a finales de los años ochenta y comienzos de los noventa, aparece la hipótesis del cambio climático por efecto antrópico, hoy, más que confirmado en el último informe del IPCC (2022).

Además, hay que destacar que la información debe estar dirigida a la sociedad y no solamente a los jóvenes. De hecho, resulta lógico querer inculcar un pensamiento a fin a la protección y conservación del medio ambiente, a reducir la contaminación y a explicar los problemas existentes del cambio climático a la población joven; empero, también debe señalarse que la población joven en la actualidad posee una mayor concienciación ambiental y climática que los propios adultos, paradójicamente, lo que implica que las tareas educativas no deben centrarse exclusivamente en los menores, sino también en la población adulta.

La hipótesis de esta investigación postula que el cambio climático es uno de los desafíos más significativos que enfrentamos en el siglo XXI. Sin embargo, el enfoque educativo actual en la educación secundaria pone de manifiesto que los estudiantes no están recibiendo los conocimientos necesarios de manera efectiva. Los objetivos principales que se plantean en esta investigación son: a) analizar qué planteamiento se realiza en materia de educación sobre cambio climático en los diferentes instrumentos normativos españoles; y b) realizar propuestas para la enseñanza del clima, el cambio climático y los extremos atmosféricos.

2. MÉTODO

En esta investigación, se ha empleado una metodología que ha involucrado la revisión de distintas fuentes de información. Para abordar los aspectos relacionados con la educación y el cambio climático, se consultaron los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), reconocido como una autoridad científica en esta materia. Además, se ha analizado la legislación vigente sobre cambio climático en España. Por último, se examinó la nueva ley educativa española, con el fin de identificar las disposiciones y orientaciones relacionadas con la educación en cambio climático y sostenibilidad. Mediante este enfoque integral, se buscó obtener una visión completa y actualizada de las políticas y directrices educativas en relación con el cambio climático.

En cuanto al contexto, el alumnado participante en las actividades propuestas es muy heterogéneo, ya que las visitas se adaptan y preparan en función de la demanda y el nivel educativo. El alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato es el mayoritario en número de visitas. Se realizan visitas guiadas destinadas a toda la comunidad universitaria, mediante actividades organizadas mediante diferentes organismos de la Universidad de Alicante. Anualmente, se recibe al alumnado de 3er curso del Grado en Maestro/a de Educación Primaria de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante, cerca de 500 estudiantes. Y destacar, que, en el último curso académico, recibimos por primera vez un grupo de educación primaria. Aproximadamente, en 30 visitas, un total de 700 estudiantes han visitado el Laboratorio de Climatología en el último año.

Por otra parte, se obtuvieron resultados cualitativos de las visitas realizadas por los centros educativos a las instalaciones del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante, a través de entrevistas directas con el profesorado responsable de los grupos de visita o con los propios estudiantes. Ello nos ha permitido mejorar los contenidos didácticos y los tiempos de visita de los grupos, seleccionando los mensajes sobre clima, cambio climático y riesgos atmosféricos que se enseñan en cada nivel educativo.

En la Figura 1 se muestra las propuestas didácticas de enseñanza sobre clima, cambio climático y extremos atmosféricos desde el Laboratorio de Climatología. El objetivo de estas propuestas es abordar la explicación de estos conceptos y sus procesos físico-químicos de manera sencilla a todos los públicos. Para ello, se han puesto en marcha diferentes iniciativas como el diseño de las visitas al Laboratorio en dos fases: una primera fase que tiene lugar en la sala de investigación donde se dispone de aparataje de medición, documentación oficial y material gráfico para abordar las explicaciones teóricas, esta fase es adaptada en función del nivel educativo de los participantes, y una segunda fase en la que se visita la terraza del laboratorio donde se encuentra el instrumental de medición en activo. Esta segunda fase la visita también es adaptada en función del nivel educativo del alumnado. Para los niveles más adultos, se visita la estación meteorológica de la que se dispone en el jardín, donde se da explicación a cuestiones más complejas como la diferencia que experimentan los aparatos de medición en función de su entorno natural o urbano. Otra de las propuestas ha sido la elaboración de paneles divulgativos e informativos que apoyaran las explicaciones realizadas durante las visitas en la sala de investigación del Laboratorio. Actualmente, se está trabajando por ampliar la exposición original y proponer su itinerancia por los centros educativos. Por último, la propuesta más reciente ha sido la oferta de charlas de divulgación científica en centros de secundaria. Para la preparación y el seguimiento de cada una de las propuestas comentadas anteriormente se ha revisado documentación oficial y normativa referente a la ley educativa y a la ley de cambio climático. Se han llevado a cabo investigación

y estudios propuestos por los autores para conocer la percepción del alumnado sobre el cambio climático y los extremos atmosféricos, así en función de los resultados obtenidos y las valoraciones cualitativas de los docentes se ha ido modificando el planteamiento de las visitas guiadas y las charlas de divulgación científica, incidiendo en aquellos aspectos que mayor confusión presenta entre los discentes.

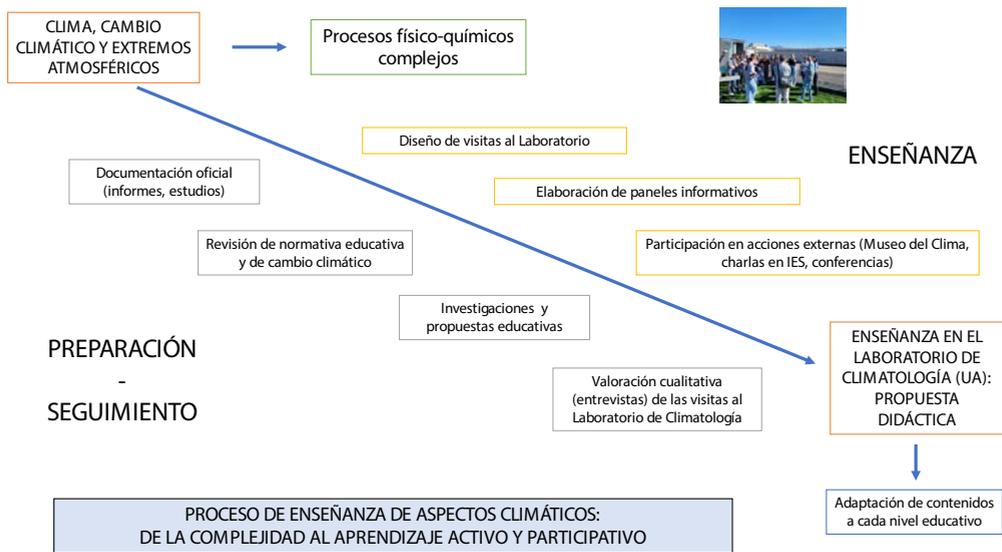


FIGURA 1. Proceso de enseñanza de aspectos climáticos en el Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante. Fuentes y método de trabajo de la presente investigación. Fuente: Elaboración propia.

Además, también se ha consultado un repertorio amplio de bibliografía relacionada con la temática del cambio climático y propuestas didácticas para su enseñanza, al igual que las publicaciones científicas relacionadas con las actividades de docencia e investigación que desarrolla el Laboratorio de Climatología.

3. RESULTADOS: LA ENSEÑANZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPAÑA

3.1. Aspectos legales

En España se han conseguido importantes progresos en lo que se refiere al cambio climático y a la apuesta en medidas de mitigación y adaptación a los efectos de los riesgos atmosféricos, en el que la educación resulta una pieza fundamental y clave para conseguir los objetivos propuestos. En esta línea, se debe destacar dos herramientas

fundamentales: la aprobación de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética; y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en adelante PNACC) (2021-2030), aprobado en el año 2020, como instrumento de planificación básica para los efectos del cambio climático.

La Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética señala que los esfuerzos de los gobiernos y de la sociedad en su conjunto, deben centrarse en la acción y en la implementación de los compromisos en materia de clima ya adaptados y en la transversalidad de la agenda climática, que necesite incluir más sectores y a más actores. En el título VIII de la citada Ley, se abordan dos cuestiones de esencial importancia para la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático y la promoción de la transición energética, como son, por una parte, la educación y la capacitación para el desarrollo sostenible y el cuidado del clima y, de otro, la investigación, desarrollo e innovación. Así pues, analizando la información referida al “Título VIII Educación, investigación e innovación en la lucha contra el cambio climático y la transición energética”, en su artículo 35, se indica que el sistema educativo español promoverá la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático, reforzando el conocimiento sobre el cambio climático y sus implicaciones, la capacitación para una actividad técnica y profesional baja en carbono y resiliente frente al cambio del clima y la adquisición de la necesaria responsabilidad personal y social.

En esta ley se señala que el Gobierno revisará el tratamiento del cambio climático y la sostenibilidad en el currículo básico de las enseñanzas que forman parte del Sistema Educativo de manera transversal, incluyendo los elementos necesarios para hacer realidad una educación para el desarrollo sostenible, a la vez que fomentará la adecuada formación del profesorado en esta materia. Asimismo, se indica que el Gobierno promoverá que las universidades procedan a la revisión de lo mencionado anteriormente, en los planes de estudios conducentes a la obtención de títulos universitarios oficiales en los que resulte coherente, así como la formación de su profesorado en esta materia. También se señala que se realizará una revisión y actualización del Catálogo Nacional de las Cualificaciones profesionales, así como de las ofertas formativas en el ámbito de la Formación Profesional, que capaciten en perfiles profesionales propios de la sostenibilidad medioambiental y del cambio climático y la transición energética. El Gobierno español se compromete, además, a incentivar el proceso de acreditación de las competencias profesionales adquiridas por la experiencia laboral, y por vías no formales de formación, fomentando la educación y capacitación para avanzar en la lucha contra el cambio climático y la transición energética. Por último, se recoge que se tendrá en cuenta la influencia que tiene la educación informal junto a la educación formal y la educación no formal, y que se hará uso de ella para realizar campañas de sensibilización y concienciación hacia la ciudadanía sobre los efectos del cambio climático y sobre el

impacto de la actividad humana en él. Asimismo, las administraciones públicas deben reconocer y poner los medios y recursos necesarios para la realización de actividades no formales, como una vía más para promover la lucha contra el cambio climático de colectivos especialmente vulnerables como son la infancia y la juventud. También habría que añadir a la población mayor de 65 años. En el artículo 36 dedicado a la “Investigación, desarrollo e innovación sobre el cambio climático y transición energética”, se fomenta y promueve una financiación adecuada, entre las prioridades de las Estrategias Españolas de Ciencia y Tecnología y de Innovación y en los Planes Estatales de Investigación Científica y Técnica y de Innovación. Estos planes, además, impulsarán que en la evaluación relacionada con el cambio climático y la transición energética participen paneles de evaluación científico-técnica multidisciplinares, formados por personas expertas independientes cualificadas para valorar las líneas de investigación, desarrollo e innovación relacionadas con los aspectos mencionados.

Por su parte, en el preámbulo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (PNACC 2021-2030) (MITECO, 2020), aprobado en el año 2020, aparece un apartado dedicado a las responsabilidades ante las generaciones futuras en las que se incluye fortalecer la capacidad de los niños, niñas y jóvenes en los esfuerzos de mitigación y adaptación al cambio climático, brindándoles conocimientos y habilidades necesarias para protegerse y contribuir a una vida segura y a un futuro sostenible, asegurando que estos esfuerzos lleguen a los grupos de población más desfavorecidos. Como se ha comentado anteriormente, el PNACC (2021-2030) es un instrumento de planificación básica para los efectos del cambio climático, por lo que en su documento se recogen 18 ámbitos de trabajo en los que se añaden 11 más, en el que se encuentran incluidos la reducción de los riesgos de desastres, la investigación y la innovación; la educación, la sociedad y la paz, entre otros. Hecho que evidencia que la educación forma parte de los mecanismos a desarrollar para la lucha contra el cambio climático.

En esta línea, se señala que en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en concreto, el objetivo 13 “Acción por el clima”, una de las metas que se plantea es la mejora de la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la adaptación al cambio climático, la reducción de sus efectos y la alerta temprana, objetivos que se pretenden recoger en el mencionado PNACC. Así pues, en el apartado 6.3 “Movilización de actores”, en lo referente a la divulgación, señala que los riesgos e impactos derivados del cambio climático, así como las respuestas planteadas para evitarlas o reducirlas, deben ser trasladadas desde el lenguaje científico, técnico y administrativo, a formatos comprensibles y significativos para el conjunto de la ciudadanía. En este proceso juegan un papel fundamental los medios de comunicación, y también los divulgadores sociales, así como el ámbito de la cultura y el arte. Para ello, el PNACC contribuirá en esta labor divulgadora contemplando la elaboración de recursos

comunicativos en formatos diversos como guías divulgativas, paneles, exposiciones, materiales audiovisuales, entre otros. En el ámbito de trabajo de “Investigación e Innovación” y en el de “Educación y Sociedad” se plantean una batería de líneas de acción orientadas en este sentido, resumidos en la siguiente tabla (Tabla 2).

| | |
|-----------------------------------|---|
| Educación y Sociedad | Impulsar el acceso a la información, la sensibilización y la comunicación efectiva sobre los impactos y riesgos derivados del cambio climático y las formas de evitarlo o limitarlos. |
| | Impulsar la capacitación para hacer frente a los riesgos del cambio climático en el sistema educativo formal y, especialmente, en la formación técnica y profesional. |
| | Identificar grupos y comunidades especialmente vulnerables ante los riesgos del cambio climático y fomentar su resiliencia mediante procesos de capacitación social y comunitaria. |
| | Fomentar los estilos de vida resilientes y adaptados al clima. |
| | Prevenir la destrucción de empleo asociado a los impactos derivados del cambio climático y mejorar la empleabilidad y las nuevas oportunidades de empleo asociadas a la adaptación. |
| | Fomentar la formación y capacitación para los nuevos empleos y satisfacer nuevas demandas asociadas con la adaptación al cambio climático. |
| | Facilitar la participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos, y en la elaboración de las respuestas adecuadas. |
| Investigación e Innovación | Integrar la adaptación en las futuras estrategias y planes de ciencia, tecnología e innovación. |
| | Impulsar la creación de los espacios de intercambio, colaboración y coordinación entre el personal investigador y los diferentes actores de adaptación. |
| | Impulsar el desarrollo de metodologías y herramientas para la estimación de los riesgos del cambio climático y la toma de decisiones informada para la adaptación. |
| | Apoyar la participación española en el IPCC y a la difusión y transferencia de los contenidos de sus informes en materia de adaptación. |

TABLA 2. Líneas de acción orientadas en la Educación y Sociedad, y en la investigación e innovación recogidas en el PNACC. Fuente: MITECO, 2020. Elaboración propia.

El incremento en el interés por estudiar estos contenidos en el ámbito educativo se debe a varios motivos. Entre ellos a que se trata de contenidos geográficos, que se incluyen en el currículo de Ciencias Sociales: Geografía en sus niveles de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, recogidos en el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022). La nueva Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, de Educación (LOMLOE) incorpora cambios sustanciales en relación a cómo llevar al aula de secundaria aquellos contenidos relativos al medio ambiente y a las catástrofes naturales (Jefatura del Estado, 2020). Entre estos cambios, la nueva ley subraya la necesidad de propiciar un aprendizaje competencial, autónomo, significativo y reflexivo en todas las materias. En este sentido, la LOMLOE señala como “saberes básicos” de la materia Geografía e Historia, incluidos en el Bloque A: Retos del mundo actual, para 1º y 2º curso de ESO el estudio de la: “Emergencia climática: elementos y factores que condicionan el clima y el impacto de las actividades humanas. [...] Riesgos y catástrofes climáticas en el presente, en el pasado y en el futuro. Vulnerabilidad, prevención y resiliencia de la población ante las catástrofes naturales y los efectos del cambio climático” (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022, p. 41683–41684). De igual forma, para 3º y 4º curso de ESO los “saberes básicos” incluidos en el mismo Bloque A: Retos del mundo actual se concretan en: “Objetivos de Desarrollo Sostenible. Emergencia climática y sostenibilidad. Relación entre factores naturales y antrópicos en la Tierra” (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022:41688) y en el Bloque C: Compromiso cívico local y global: “Implicación en la defensa y protección del medio ambiente. Acción y posición ante la emergencia climática” (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022, p.41689).

2.2. Propuestas de enseñanza del clima, de cambio climático y de los extremos atmosféricos desde el Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante

El Laboratorio de Climatología se crea en el año 1983 como una unidad de investigación dentro del Instituto Interuniversitario de Geografía de la Universidad de Alicante. Dentro de sus muchos cometidos, estuvo desde un primer momento la divulgación y enseñanza de la ciencia geográfica y el clima, tanto dentro como fuera del ámbito universitario, sobre todo haciendo hincapié en dar a conocer la riqueza climática de la provincia de Alicante. En un primer momento, esa enseñanza se basaba casi exclusivamente en publicaciones académicas realizadas por los numerosos investigadores que han pasado por el Laboratorio. Algunos de estos trabajos son auténticas referencias para entender y comprender el clima de la provincia y los distintos fenómenos meteorológicos que tienen lugar en este territorio. Además, las instalaciones contaban con una gran cantidad

de material para poder realizar mediciones analógicas propias que, posteriormente, fueron utilizadas en estudios y trabajos. En Morote Seguido (2016) se puede conocer todos los distintos aparatos de medición y análisis que se utilizaban, desde pluviómetros y psicrómetros, hasta una antena receptora de imágenes Meteosat Segunda Generación. Sin embargo, con el paso del tiempo, y la llegada de las nuevas tecnologías, parte de ese material dejó de utilizarse y fue sustituido por estaciones meteorológicas digitales que reportaban de forma automática los distintos parámetros.

En la actualidad, el trabajo de divulgación del Laboratorio de Climatología sigue gozando de una gran actividad y se ha convertido en unos de los referentes de la Universidad de Alicante a la hora de mostrar al público la labor científica que realiza esta institución. Además, resulta un atractivo para colegios, institutos e incluso personal de la propia Universidad, que suelen realizar visitas guiadas por las instalaciones acompañadas por los propios investigadores (Figura 2) que trabajan en sus dependencias (Morote Seguido, 2016). También participa de forma activa en los numerosos foros y actividades científicas que se llevan a cabo en el ámbito universitario. No obstante, si por algo se caracteriza el Laboratorio de Climatología es por su labor de divulgación científica en redes sociales³, siendo reconocida incluso a nivel nacional, por su capacidad para explicar esta ciencia, así como la meteorología, el cambio climático y los riesgos atmosféricos que afectan al litoral mediterráneo y a la provincia de Alicante, de forma didáctica y sencilla, para ello, también cuenta con un canal de YouTube⁴. Actualmente, la suma de los seguidores de las redes sociales en las que está presente el Laboratorio supera los 80.000, y en eventos de gran impacto el alcance de las publicaciones puede llegar a millones de personas, incluyendo a medios de comunicación de otros continentes, lo que da una idea de la gran repercusión que tienen estas labores de divulgación. Todo ello sin dejar de lado su producción investigadora, con la publicación de estudios y manuales. Muchas son las iniciativas que se han llevado a cabo, ya sea de forma conjunta, junto con otros departamentos de la universidad o de fuera de ella, como de forma individual para la enseñanza y la divulgación del clima, la meteorología, el cambio climático y la geografía. Dentro de este apartado se van a poner de relieve dos de ellas, el Museo del Clima en Beniarrés (Alicante) y la exposición “Tiempo, clima, riesgos y cambio climático en el territorio alicantino”.

³ Perfiles de redes sociales del Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante: Twitter (@climatologia_ua), Facebook (<https://www.facebook.com/labclimaUA/>) e Instagram (@climatologia_ua).

⁴ Laboratorio de Climatología-UA: <https://www.youtube.com/c/LaboratoriodeClimatolog%C3%ADaUA>



FIGURA 2. Visita de alumnado de secundaria al Laboratorio de Climatología. Fuente: los autores.

En 2011, gracias a la iniciativa del alcalde de la localidad de Beniarrés y al impulso de varios profesores del Departamento de Análisis Regional y Geografía Física de la Universidad de Alicante se inaugura el Museo del Clima en Beniarrés, un pequeño municipio de poco más de 1.000 habitantes ubicado en el norte de la provincia de Alicante (en la comarca del Condado de Cocentaina). Se trata de una exposición única a nivel nacional, con varias salas con distintos recursos de gran interés que muestran distintos aspectos de esta ciencia, como queda recogido por Morote Seguido y Moltó Mantero (2017). Algunos de ellos serían la presencia de material para que niños y niñas puedan crear su propio mapa del tiempo, la visualización de varios videos explicativos y la disposición de paneles divulgativos con distintas temáticas (Figura 3). Además, el Laboratorio de Climatología dotó al museo de varios instrumentos para la exposición que habían usados años atrás para la toma de datos. Más allá del atractivo turístico que supone para la población, el museo se ha erigido como un lugar de interés para centros educativos, con visitas de escolares de primaria, secundaria e incluso universitarios. De hecho, se proponen una serie de experimentos y actividades a distintos niveles

para completar la experiencia. Otro aspecto que es necesario destacar y que tiene al Museo como telón de fondo es la celebración anual del Encuentro de Aficionados a la Meteorología. Se trata de una jornada donde se realizan varias conferencias, mesas redondas y charlas, en torno a la climatología y meteorología, con divulgadores de primer nivel, que atraen a amantes de estas ciencias tanto de la provincia de Alicante, como de territorios aledaños.



FIGURA 3. Paneles dispuestos en el Museo del Clima de Beniarrés. Autor: Samuel Biener.

Otras de las novedades recientes en las instalaciones del Laboratorio de Climatología es la ampliación de las instalaciones del observatorio meteorológico situado en los jardines del campus de la Universidad de Alicante (Figura 4). En otoño de 2017 se añadió una estación meteorológica automática y una torreta meteorológica con sensores para medir la velocidad y la fuerza del viento, así como un pluviómetro manual de tipo de Hellmann, con capacidad para hasta 200 mm. Este observatorio cumple los requisitos establecidos por la OMM (Organización Meteorológica Mundial), y el objeto principal de este proceso de renovación fue analizar y estudiar las diferencias de temperatura entre el observatorio de la azotea del Instituto Universitario de Geografía de la UA para corroborar las diferencias de temperatura existentes entre un entorno semiurbano y otro más natural, arrojando diferencias sorprendentes y significativas en apenas 300 metros, que servirá en un futuro inminente para desarrollar nuevos análisis y estudios.



FIGURA 4. Estado actual del observatorio de los jardines del campus de la UA, tras la ampliación de 2017. Autor: Samuel Biener.

Por otro lado, una de las últimas iniciativas llevadas a cabo por el Laboratorio de Climatología ha sido la exposición “Tiempo, clima, riesgos y cambio climático en el territorio alicantino” inserta dentro de la muestra “Clima y biodiversidad en un mundo cambiante. Una visión desde la UA”, llevada a cabo en colaboración con la Oficina Ecocampus y el Servicio de Cultura de la Universidad de Alicante. La exposición consta de un total de 7 paneles explicativos con información en ambas lenguas vehiculares (Castellano y Valencià). Los textos fueron realizados por el personal investigador del Laboratorio de Climatología, mientras que parte de las fotos fueron cedidas por seguidores de los perfiles de redes sociales. Para la selección de los distintos conceptos expuestos se optó por combinar términos más generalistas, con elementos más característicos del clima de la Provincia. Además, hay un panel destinado exclusivamente a divulgar las proyecciones y las evidencias del cambio climático en Alicante (Figura 5), mientras que otro resume los dos eventos meteorológicos más trascendentales de los últimos años en la zona, como son el temporal marítimo asociado a la borrasca Gloria, ocurrido en enero de 2020 y la gota fría sufrida en septiembre de 2019 (Figura 6).

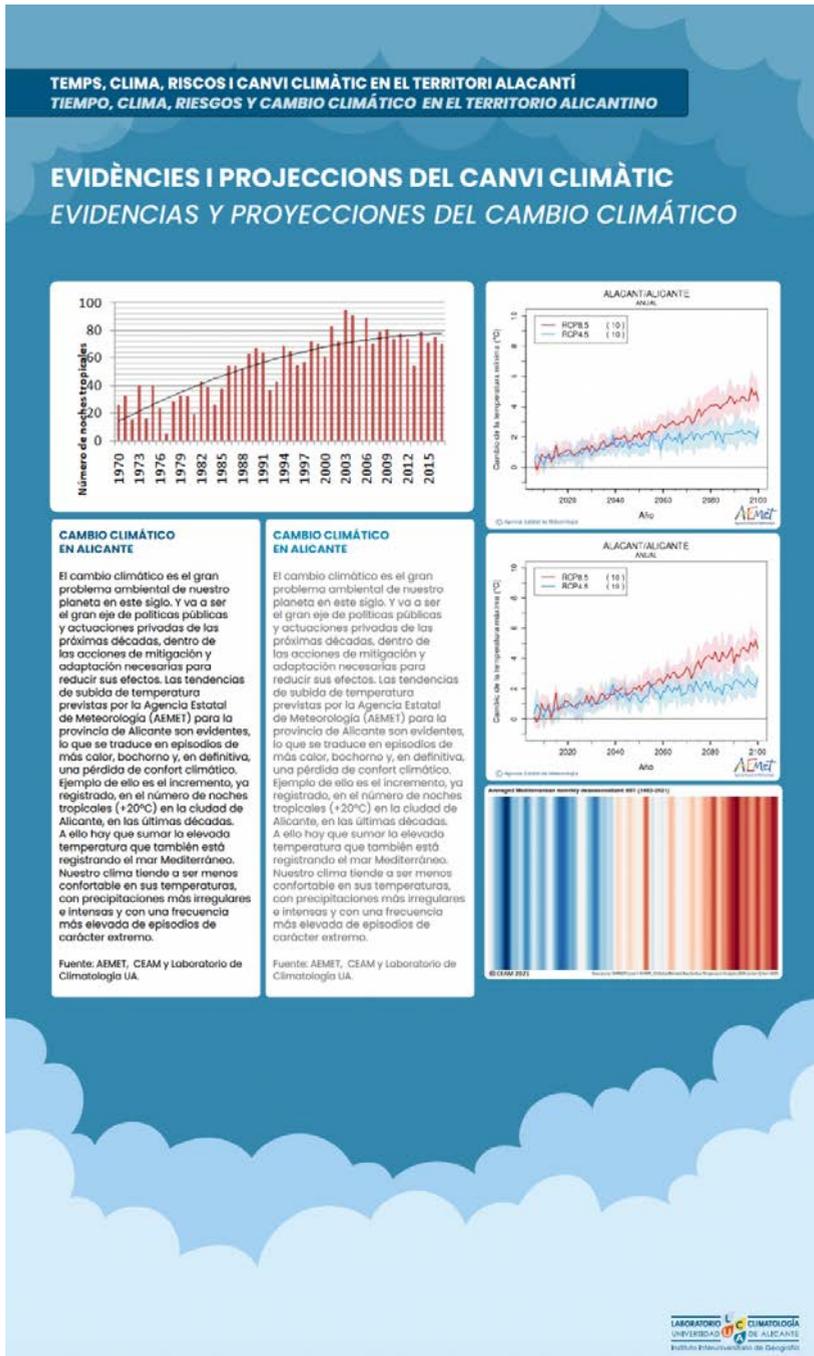


FIGURA 5. Panel “Evidencias y proyecciones del cambio climático”. Elaboración Laboratorio Climatología UA.

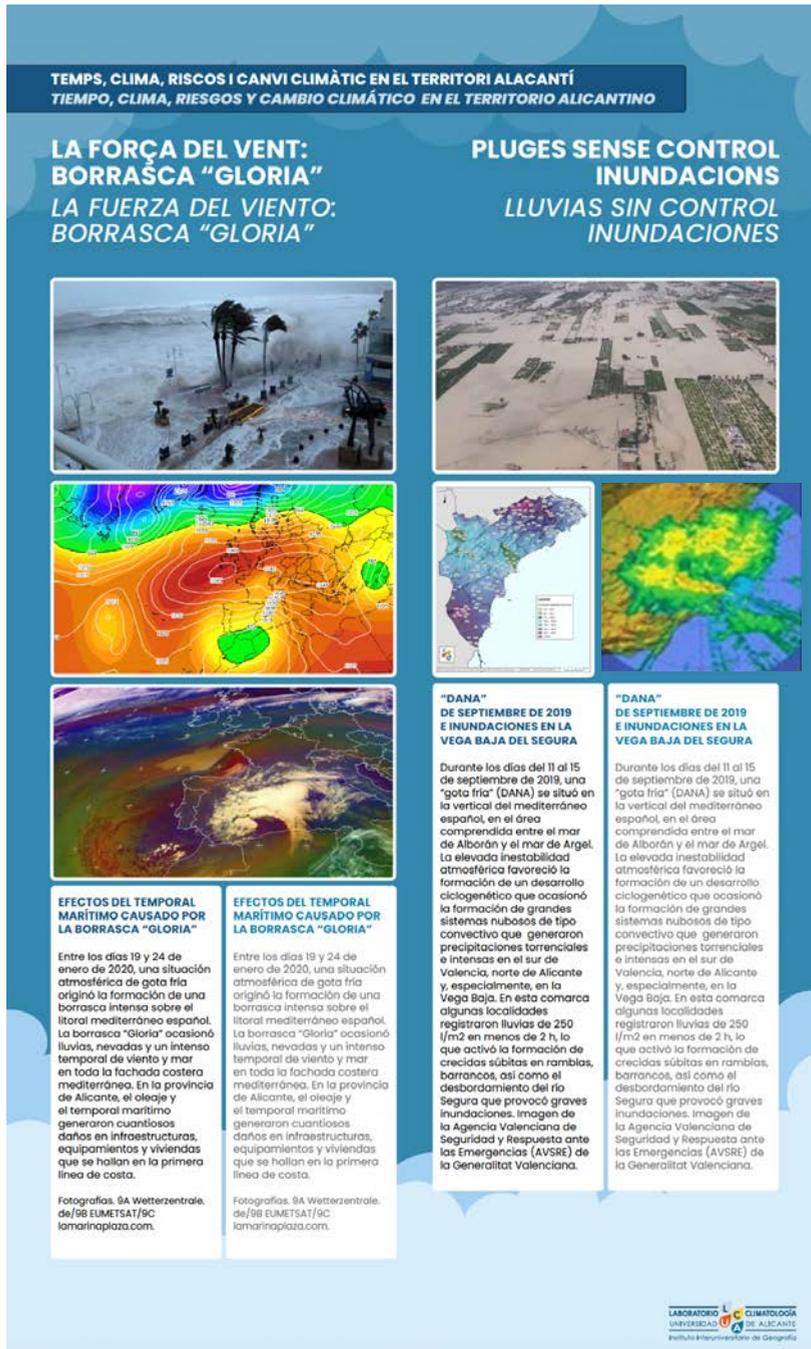


FIGURA 6. Panel “La fuerza del viento: borrasca “Gloria” y “Lluvias sin control. Inundaciones”.

Elaboración Laboratorio Climatología UA.

Desde la dirección del Laboratorio de Climatología y del Instituto Interuniversitario de Geografía se consideró oportuno instalar en el Laboratorio los paneles que componen la exposición. En la actualidad, disponemos de este nuevo recurso didáctico para la enseñanza y divulgación científica en las visitas guiadas por las dependencias (Figura 7), y se trabaja en su ampliación añadiendo aspectos relacionados con los medios de comunicación y los riesgos de origen atmosférico, aspectos esenciales del tiempo en la provincia, redes de observación meteorológica y una explicación de las mareas atmosféricas que se producen en el Mediterráneo. En un futuro se pretende que esta exposición pueda formar parte del Catálogo de Exposiciones Itinerantes del Servicio de Cultura de la Universidad de Alicante, y pueda ser llevada a los centros educativos para el conocimiento del alumnado y se organicen actividades relacionadas con ella.



FIGURA 7. Paneles alojados en las paredes del Laboratorio de Climatología. Fuente: Instituto Interuniversitario de Geografía.

Otra de las actividades de divulgación en la que participa el Laboratorio es la *European Researchers' Night* en el que se pretende mostrar la importancia y el impacto que tiene la ciencia en el día a día de las personas. Se trata de un proyecto de divulgación científica promovido y financiado por la Comisión Europea como parte de las acciones Marie Skłodowska-Curie del programa Horizonte 2020. Organismos científicos de todos los países europeos crean iniciativas durante esa noche encaminadas a divulgar de forma

creativa y para todos los públicos distintas materias científicas. En la edición del año 2021, España fue el segundo país con más proyectos e iniciativas llevadas a cabo dentro de este programa.

Uno de ellos fue La Noche Mediterránea de las Investigadoras, más conocida como, *Mednight*, donde entidades ligadas a la investigación y divulgación de cinco países mediterráneos (España, Italia, Grecia, Malta y Chipre), realizaron distintas iniciativas durante varios meses, ligadas a múltiples temáticas y disciplinas de la ciencia. Uno de los organismos que colaboraron dentro de este proyecto fue la Universidad de Alicante. Durante 5 días el Vicerrectorado de Transferencia, Innovación y Divulgación Científica de esta institución creó una agenda de actividades donde participaron muchos de los departamentos académicos de varias facultades. El Laboratorio de Climatología tuvo la oportunidad de participar en este evento coordinando la actividad “Observación del tiempo y procesamiento de datos climáticos”⁵. Dicha iniciativa tenía como fin mostrar la labor que han realizado los observadores meteorológicos a lo largo de la historia, cómo ha evolucionado esa toma de datos y cómo puede servir para crear modelos meteorológicos que nos ayudan a predecir el tiempo. Esta actividad se dividió en dos partes, por un lado, se realizó un video donde los investigadores del laboratorio expusieron la labor que ha tenido y tiene esta unidad, mostrando las instalaciones, así como, parte del instrumental y del archivo meteorológico con el que cuentan. Además, durante una mañana, se realizaron visitas guiadas, en las que participaron tanto personal de la universidad como externo, en el que pudieron comprobar el funcionamiento de los distintos aparatos, la evolución de la observación meteorológica en la ciudad de Alicante, que cuenta ya con un siglo, y se dieron conocer muchas curiosidades sobre la climatología y meteorología que son desconocidas para el público en general.

3. DISCUSIÓN

La educación constituye un elemento clave para la creación de capacidades adaptativas (PNACC, 2020). Motivo por el cual diferentes instituciones y universidades han realizado actividades relacionadas con la transferencia de conocimientos sobre los riesgos naturales y el cambio climático. Ejemplo de ello, son las publicaciones de libros, capítulos de libros, artículos de revista, artículos de prensa, conferencias, exposiciones, creación de paneles informativos temáticos, e incluso desarrollo de videojuegos que permiten abordar temas relacionados con el medio ambiente, el cambio climático o los riesgos naturales.

⁵ Video divulgativo de la actividad “Observación del tiempo y procesamiento de datos climáticos” organizada por el Laboratorio de Climatología (<https://www.youtube.com/watch?v=x3Kf2syFsVA>).

En la escala internacional, entre muchos otros ejemplos, se puede destacar la publicación del libro titulado “El pequeño manual del cambio climático” de Nelles y Serrer (2020) en Alemania. Se trata de una obra en la que los autores responden de una manera sencilla e ilustrativa los procesos, causas y consecuencias del cambio climático, sus consecuencias en las personas y en el medio ambiente, así como respuestas o propuestas de actuación para hacer frente a este proceso climático. Para ello, realizaron un libro ilustrativo, con una sólida base científica y con textos cortos que explican los puntos fundamentales del cambio climático, con el objetivo de hacer comprensible, al mayor número de personas, sus causas y consecuencias, motivando al compromiso con el medio ambiente y la protección del clima.

En el ámbito nacional, en lo que respecta a entidades públicas, destacar ejemplos de formas de comunicación sobre el cambio climático y los riesgos naturales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). La AEMET ha propuesto una nueva forma de comunicar el cambio climático, señalando la necesidad de transmitir sobre todo hechos constatados y menos las proyecciones futuras, para tratar de concienciar a la sociedad sobre que el cambio climático es un proceso real y actual (Agencia Estatal de Meteorología, 2019). Esta rueda de prensa tuvo una gran repercusión mediática en España, tal como señala ReCambia (grupo de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Sevilla dedicado a investigar la comunicación del cambio climático), como cuando se publicó el informe especial del IPCC sobre las consecuencias de un calentamiento de 1,5°C (Del Campo Hernández, 2021). Otra forma de fomentar la educación y la comunicación del cambio climático se produjo con la publicación del informe sobre el estado del clima en España de 2019. Asimismo, la AEMET hace un uso adecuado de comunicación sobre cuestiones ambientales, climáticas y meteorológicas, a través de las redes sociales (Twitter, Instagram, Facebook, Telegram, Youtube...), en las que se destaca que el empleo de *hashtags* favorece el debate y la agrupación de contenidos con un tema, además de las indicaciones de la OMM, y de otras acciones como la prensa, la radio, televisión e internet.

El IGME, desde el año 2013-2020, desarrolla un programa de educación no formal denominado “Venero Claro-Agua”, dirigido a niños, niñas y preadolescentes, orientado a concienciar a la población infantil de la importancia de la prevención de los desastres naturales, en concreto, las inundaciones. Las actuaciones consisten en actividades formativas diversas (juegos grupales, concursos, charlas, manejos de instrumental, videojuegos...), que se llevan a cabo con grupos de niños que participan en los campamentos estivales en la Colonia infantil “Venero Claro” (Fundación Ávila), situada en plena sierra de Gredos, a orillas del río Alberche, en el término municipal de Navalunga (provincia de Ávila) (Díez-Herrero et al., 2020). En lo referente a los videojuegos, Díez-Herrero et al. (2020) utilizan el famoso videojuego llamado *Minecraft*,

que se trata de un videojuego de tipo creativo, es decir, permite crear paisajes y relieves a partir de elementos de construcción. Este videojuego puede ser utilizado de forma divulgativa en el ocio, tiempo libre y en la enseñanza formal y no formal, como ya es usado en diversos centros educativos de todo el mundo, incluido nuestro país. En este caso, los autores han reconstruido el paisaje donde se ubica la Colonia infantil “Venero Claro”, con las construcciones existentes, y realizan una simulación del comportamiento del agua en caso de crecida o avenida del río Alberche, obteniendo como resultado las zonas inundables de ese espacio, así como las infraestructuras afectadas por la crecida. Se trata de un programa de educación mediante un videojuego en el que pueden participar un gran número de personas que, en este caso tratan las cuestiones referidas a las inundaciones. El *Minecraft* ofrece infinitas posibilidades para recrear diferentes riesgos naturales (atmosféricos y terrestres), como inundaciones, incendios forestales, desertificación, contaminación, entre otros, relacionados con el cambio climático y sus efectos. Asimismo, también se puede enfocar en diferentes ámbitos de trabajo, como al clima y la climatología, los tipos de tiempo, el desarrollo sostenible, la economía circular, la infraestructura verde y azul, la apuesta por energías renovables con la instalación de placas solares, turbinas eólicas o energía hidráulica; el fomento de la agricultura (ecológica), la ganadería, las conservación de espacio naturales, repoblación forestal, entre muchas otras posibilidades, que evidencian que los videojuegos pueden cumplir a la perfección las tareas divulgativas y de concienciación sobre todas estas cuestiones.

En el ámbito de la academia, la inexistencia de una línea de investigación sólida sobre la enseñanza del cambio climático desde la Didáctica de la Geografía y las Ciencias Sociales en España es un indicio de la necesidad existente en cuanto a la producción científica sobre la didáctica del cambio climático. Recientes trabajos realizados por Morote et al. (2022), Morote Seguido y Hernández Hernández (2020a) y Morote Seguido (2019a) ponen de manifiesto la situación en la que se encuentra la didáctica de la geografía en lo relativo al cambio climático y los riesgos naturales en la enseñanza universitaria, y se hace patente la necesidad de reforzar dicha materia en las etapas de enseñanza obligatoria. De dicha necesidad surgen varias publicaciones que centran su análisis en cómo se explica el cambio climático en los manuales de ciencias sociales en las etapas educativas de primaria (Morote & Olcina, 2021; Morote Seguido, 2019b) y secundaria (Navarro Díaz et al., 2020; Serantes-Pazos, 2015), donde en la mayoría de las veces predomina la falta de rigor científico. Las propuestas didácticas desde la disciplina geográfica tratan la cuestión del cambio climático desde la perspectiva de los riesgos naturales, como factor que aumenta la vulnerabilidad, manifestando la gran importancia que tienen las salidas de campo para comprender e interpretar un territorio concreto (Morote Seguido, 2017; Morote Seguido & Hernández Hernández, 2020b;

Morote Seguido & Pérez Morales, 2019; Morote Seguido & Moltó Mantero, 2017; Morote Seguido & Souto González, 2020).

En cambio, son más numerosas las experiencias didácticas que abordan la crisis climática desde la didáctica de las Ciencias Naturales como la Biología y Geología, y la Física y Química. Son abundantes las propuestas con realización de experiencias prácticas de laboratorio para los diferentes niveles de la educación secundaria como las expuestas por Sónora et al. (2009) entre las que se encuentran: la representación de forma sencilla de las corrientes de convención, comprobar el efecto regular de la temperatura del agua, simular el efecto invernadero y el deshielo de los polos o calcular la huella de carbono del centro educativo. Esta última puede abarcar un curso escolar completo y ser desarrollado como proyecto de investigación por el alumnado de ESO (Martín Díaz, 2009). También se pueden abordar experiencias concretas de laboratorio como la elaboración de un sumidero de CO₂ (Boronat Gil et al., 2018). De igual manera, existen propuestas de actividades en el aula con el manejo de datos científicos, empleando imágenes de los modelos matemáticos extraídas del quinto informe del IPCC (Domènech Casal, 2014) o interpretando mapas de las corrientes oceánicas y observando datos para relacionar y establecer relaciones causales (Mata Bardallo & Rodríguez Domínguez, 2019).

Por otro lado, Gómez Trigueros (2020) pone de relieve el empleo de las TIC para la enseñanza del cambio climático, en una intervención didáctica en el Grado de Educación Primaria en la Universidad de Alicante, para la formación de futuros maestros dentro de un marco interdisciplinar.

Desde el auge de la pandemia de la COVID-19, las universidades, han hecho una apuesta decidida sobre la transición hacia la digitalización, internet se ha convertido en la primera fuente de información en una sociedad audiovisual, digital e intercomunicada (Picó Garcés, 2021), con un enorme impacto positivo (FECYT, 2019). En este sentido, las universidades han asumido su rol de instituciones de carácter científico para llevar a cabo actividades relacionadas con el cambio climático y sus efectos. Por este motivo, la Confederación de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) firma la iniciativa mundial de los centros de educación superior sobre el estado de emergencia el 27 de septiembre de 2019, en el que señalan que su papel como institución es clave para hacer frente al cambio climático y que, para ello, se debe preparar a los jóvenes con los conocimientos y habilidades necesarios para poder responder ante el gran reto del siglo XXI (Picó Garcés, 2021). Por tanto, las universidades se comprometen a materializar tres acciones: 1) movilización de recursos para la investigación y técnicas aplicadas y dedicadas al cambio climático; 2) conseguir una huella cero de carbono en el año 2030 o en 2050 como muy tarde; 3) el apoyo a la creación de programas de educación ambiental y sostenibilidad en los campus, siguiendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Como ejemplo de estas cuestiones, la Universitat de Jaume I (Castellón, Comunidad Valenciana, España), ha sido pionera en el fomento de la innovación de la comunicación científica institucional en el ámbito del cambio climático (Picó Garcés, 2021). Esto se debe a una serie de iniciativas interesantes, en la cual conviene destacar, la puesta en marcha del Living Lab Planeta Debug Videojuegos, conocimiento, serendipia y concreción en el puzzle del cambio climático en septiembre de 2019, con el apoyo de la Fundación Daniel y Nina Carasso (Picó Garcés, 2021). Con la iniciativa Ágora Digital se avanzó en la cultura del youtuber y del videojuego en la comunicación científica, basados en narrativas para difundir conceptos científicos y áreas de conocimiento para promover vocaciones científicas e intereses ambientales. Para ello, se han elaborado una serie de videojuegos con la finalidad de comprender los desafíos contemporáneos como los retos que afectan a la sociedad, el cambio climático, la destrucción de ecosistemas, la escasez de recursos, la despoblación rural, entre otros. Esta propuesta es denominada Planeta Debug que integra varias acciones científicas, artísticas y sociales para favorecer cambios sociales y crear conciencia ciudadana ante los actuales retos ambientales. Algunas de estas líneas se encuentran en fase de diseño, como la formación del profesorado de primaria y secundaria que, a su vez, integren el diseño de videojuegos contra el cambio climático en sus clases. El trabajo es realizado por nueve grupos de investigación que han realizado estudios y experimentos asociados a esta materia, con los alumnos de tercer grado, para que desarrollen videojuegos centrados en las temáticas ambientales y el cambio climático. Hasta la fecha, se han realizado nueve videojuegos, centrados en la lucha contra la contaminación, la mejora de la salud y la eficiencia energética, a través de diversas dinámicas del juego (Picó Garcés, 2021).

4. CONCLUSIONES

La geografía se ha postulado a lo largo de la historia como la ciencia capaz de dar explicación a la interrelación del ser humano con el territorio. El resultado de estas interacciones, donde las sociedades han sido protagonistas de la transformación y ocupación de espacios caracterizados por su peligrosidad, ha dado lugar a la creación del concepto sociedades del riesgo. Este concepto da cuenta de la importancia que ha adquirido a lo largo de la historia la concienciación sobre los riesgos naturales, y que en la actualidad se ve potenciada por el proceso de cambio climático.

Por tanto, surge la necesidad de llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje en materia de cambio climático y riesgos naturales basado en la rigurosidad científica. Para ello, se dispone de los informes elaborados por el IPCC, donde la educación ha ido ganando un mayor peso como tarea de concienciación y sensibilización a la ciudadanía desde 1990 hasta la actualidad. En el contexto nacional, la aprobación de la Ley 7/2021 de

cambio climático y transición energética supone un punto de partida para el tratamiento del cambio climático en el sistema educativo general y regional.

A partir de esta investigación se puede indagar acerca de la necesidad de abordar la temática del cambio climático en los niveles de secundaria y bachillerato, con el objetivo de crear conciencia sobre este problema global, que es el principal reto social del siglo XXI. Para tal fin, se han analizado las propuestas bibliográficas existentes que abordan la cuestión del cambio climático en el aula, existiendo un amplio consenso sobre la necesidad de que esta temática se aborde con mayor rigor científico. Algunos ejemplos sobre ello son las publicaciones realizadas por Martínez Fernández y Olcina Cantos (2019) y Nelles y Serrer (2020), encaminadas a la enseñanza-aprendizaje del cambio climático a partir de la evidencia científica.

Aunque en los últimos años se ha producido una creciente movilización del alumnado en aspectos relacionados con la crisis climática actual, es necesario profundizar en la mejora de los contenidos a enseñar en el aula sobre el cambio climático, que deben alejarse de los mensajes extremos o de carácter catastrófico y apostar por el rigor de los datos científicos y los informes oficiales sobre la cuestión. Todo ello con el objetivo de conseguir una sociedad mejor adaptada a los futuros escenarios del cambio climático. El desarrollo de materiales sobre el cambio climático y sus extremos atmosféricos contemplados, para el contexto español, en la nueva Ley de Educación (LOMLOE; Ley 3/2020, de 29 de diciembre) puede constituir un marco idóneo para el aprendizaje de este tema en niveles preuniversitarios. Además, es de vital importancia establecer un nuevo horizonte en la enseñanza, enmarcada en la Agenda 2030 y el desarrollo de los ODS (Naciones Unidas. Asamblea General, 2015), como herramienta para crear conciencia, cambiar actitudes y formar una sociedad sostenible y resiliente.

En este sentido otros países ya han desarrollado iniciativas a la hora de enmarcar el cambio climático en el aula. Por ejemplo, en Reino Unido se han incorporado profesores especialistas sobre cambio climático en Educación Primaria y Secundaria, los cuales están acreditados por Naciones Unidas (Morote Seguido & Olcina Cantos, 2020, p.173), mientras que en Italia va a incluir (o ha incluido) esta temática en la educación (Bustos, 2020). Sin embargo, el traslado de la temática del cambio climático al aula debe tratarse a partir de una serie de premisas, que eviten el acercamiento al catastrofismo y a la formulación de teorías sensacionalistas. Para ello, es necesario educar no solo a los estudiantes, sino a la población en general, evitando la propagación de *fake news* y la desinformación por parte de los distintos medios de comunicación. La aparición del movimiento juvenil "*Friday For Future*" supuso una apuesta en firme por los más jóvenes

para su implicación en la defensa del planeta y en la lucha contra cambio climático, ya que ellos heredaran los resultados de las iniciativas que se lleven a cabo en la actualidad. Por lo tanto, es importante el papel que juegan las instituciones académicas en lo que a la comunicación social y divulgación de la ciencia se refiere. En este caso, el Laboratorio de Climatología de la Universidad de Alicante es, actualmente, uno de los máximos representantes nacionales en la divulgación de la meteorología, el cambio climático y los riesgos atmosféricos. Prueba de ello son las numerosas iniciativas en las que participa, desde charlas y conferencias, hasta la realización de visitas guiadas por sus instalaciones, favoreciendo así la transferencia de conocimiento entre la universidad y los centros de educación secundaria. Muchas de estas actividades trascienden más allá del ámbito académico y están destinadas a enseñar y dar a conocer estas materias desde un punto de vista cercano, con un lenguaje más coloquial, pero sin la pérdida de rigor científico que le caracteriza. Las redes sociales, son en la actualidad los principales medios de información, de ahí que la divulgación y enseñanza a través de ellas sea muy importante, sobre todo a la hora de contribuir a crear una sociedad con más cultura y conciencia ambiental.

REFERENCIAS

- Agencia Estatal de Meteorología. (2019, March 27). *Efectos del Cambio Climático en España*. http://www.aemet.es/es/noticias/2019/03/Efectos_del_cambio_climatico_en_espanha
- Boronat Gil, R., Gómez Tena, M., & López Pérez, J. P. (2018). Diseño experimental de un sumidero de CO₂ y sus implicaciones en el cambio climático. Una experiencia de trabajo con alumnos en el laboratorio de Educación Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 15(1), 1202. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1202
- Bustos, W. (2020). La educación sobre el cambio climático será obligatoria en Italia. *Bioguia*. https://www.bioguia.com/ambiente/italia-educacion-cambio-climatico_50509185.html
- Del Campo Hernández, R. (2021). La comunicación del cambio climático desde AEMET. In J. Romero & J. Olcina (Eds.), *Cambio climático en el mediterráneo. Procesos, riesgos y políticas*. (pp. 143–154). Tirant Humanidades.
- Díez-Herrero, A., Hernández Ruíz, M., Díez Marcelo, P., & Carrera Torres, C. (2020). Programa de educación infantil en el riesgo de inundaciones “Venero Claro-Agua” (Ávila). In M. I. López-Ortiz & J. Melgarejo Moreno (Eds.), *Riesgo de*

inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes (pp. 1191–1199). Alicante: Universidad de Alicante.

- Domènech Casal, J. (2014). Contextos de indagación y controversias sociocientíficas para la enseñanza del Cambio Climático. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra: Revista de La Asociación Española Para La Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 22(3), 287–296.
- FECYT. (2019). Percepción social de la ciencia y la tecnología 2018. In J. Lobera & C. Torres-Albero (Eds.), *Percepción social de la ciencia y la tecnología 2018* (Fundación).
- Gómez Trigueros, I. M. (2020). El cambio climático y la enseñanza interdisciplinar: una propuesta didáctica al reto educativo del siglo XXI. In J. Gómez Cantero, C. Morán Martínez, J. Losada Gómez, & F. Carnelli (Eds.), *The climate crisis in Mediterranean Europe: cross-border and multidisciplinary issues on climate change* (Vol. 3, Issue 1, pp. 163–181). Il Sileno Edizioni.
- IPCC. (1990). *Climate Change. The IPCC Response Strategies*. <https://www.ipcc.ch/report/ar1/wg3/>
- IPCC. (1995). *Climate Change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change: scientific-technical analyses*. Press Syndicate of the University of Cambridge. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9178.003.0005>
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability* (J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, & K. S. White (eds.)). <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg2/>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (L. A. M. [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave (ed.)). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg3/>
- IPCC. (2014). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (E. principal de Redacción, R. K. Pachauri, & L. A. Meyer (eds.)).
- IPCC. (2018). *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* (and T. W. Masson-Delmotte, V., 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 (ed.)).

- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (R. Y. and B. Z. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi (ed.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- IPCC. (2022). *Resumen Grupo2 Climate Change 2022. Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Jefatura del Estado. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial Del Estado*, 340, 30 de diciembre, 122868–122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Martín Díaz, M. (2009). Cambio climático y consumo energético en un instituto de educación secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 2125–2128. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6905776&orden=0&info=link>
- Martín Vide, J. (2009). Conceptos previos y conceptos nuevos en el estudio del cambio climático reciente. *Investigaciones Geográficas*, 49, 51–63. <https://doi.org/10.14198/ingeo2009.49.03>
- Martínez Fernández, L. C., & Olcina Cantos, J. (2019). La enseñanza escolar del tiempo atmosférico y del clima en España: currículo educativo y propuestas didácticas. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 39(1), 125–148. <https://doi.org/10.5209/aguc.64680>
- Mata Bardallo, S., & Rodríguez Domínguez, S. (2019). El cambio climático en el aula: un nuevo desafío educativo. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 98, 28–34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7125649>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial Del Estado*, 76, 30 de marzo, 41571–41789. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- MITECO. (2020). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030* (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (ed.)). https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf
- Morote Seguido, A.-F. (2017). El Parque Inundable “La Marjal” de Alicante (España) como propuesta didáctica para la interpretación de los espacios de riesgo de

- inundación. *Didáctica Geográfica*, (18), 211-230. <https://didacticageografica.age-geografia.es/index.php/didacticageografica/article/view/390>
- Morote, Á.-F., & Olcina, J. (2021). Cambio climático y sostenibilidad en la Educación Primaria. Problemática y soluciones que proponen los manuales escolares de Ciencias Sociales. *Sostenibilidad: Económica, Social y Ambiental*, 3, 25–43. <https://doi.org/10.14198/Sostenibilidad2021.3.02>
- Morote, Á.-F., Olcina, J., & Hernández, M. (2022). Teaching Atmospheric Hazards in the Climate Change Context—Environmental Didactic Proposals in the Mediterranean Region for Secondary Schools. *Environments*, 9(2), 29. <https://doi.org/10.3390/environments9020029>
- Morote Seguido, Á.-F. (2015). El laboratorio de climatología de la Universidad de Alicante. Enseñanza, divulgación e investigación de la Geografía. In R. Sebastián Alcaraz & E. M. Tonda Monllor (Eds.), *Investigar para innovar en la enseñanza de la geografía* (pp. 267–280). Grupo de Didáctica de Geografía. Asociación de Geógrafos Españoles.
- Morote Seguido, Á.-F., & Hernández Hernández, M. (2020a). Enseñanza-aprendizaje sobre el cambio climático y los riesgos naturales. Una aproximación desde la Didáctica de la Geografía. In R. (Coord. . Roig-Vila, J. M. Antolí Martínez, R. Díez Ros, & N. Pellín Buades (Eds.), *Redes de Investigación e Innovación en Docencia Universitaria. Volumen 2020* (pp. 95–103). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Morote Seguido, Á.-F., & Hernández Hernández, M. (2020b). La formación y percepción sobre el riesgo de inundación. Una exploración a partir de las representaciones sociales del futuro profesorado de educación primaria. In M. I. López Ortiz & J. Mergarejo Moreno (Eds.), *Riesgo de inundación en España: análisis y soluciones para la generación de territorios resilientes* (pp. 1143–1152). Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/109017>
- Morote Seguido, Á.-F., & Olcina Cantos, J. (2021). Riesgos atmosféricos y cambio climático: propuestas didácticas para la región mediterránea en la enseñanza secundaria. *Investigaciones Geográficas*, 1–26. <https://doi.org/10.14198/ingeo.18510>
- Morote Seguido, Á.-F., & Pérez Morales, A. (2019). La comprensión del riesgo de inundación a través del trabajo de campo: una experiencia didáctica en San Vicente del Raspeig (Alicante, España). *Vegueta: Anuario de La Facultad de Geografía e Historia*, 19, 609–631.
- Morote Seguido, Á.-F. (2016). El laboratorio de climatología de la universidad de Alicante. Enseñanza, divulgación e investigación de la geografía. In R. Sebastián Alcaraz &

E. M. Tonda Monllor (Eds.), *La investigación e innovación en la enseñanza de la Geografía* (pp. 275–289). Publicaciones de la Universidad de Alicante.

- Morote Seguido, Á. F. (2019a). La enseñanza del cambio climático en la Educación Primaria. Exploración a partir de las representaciones sociales del futuro profesorado y los manuales escolares de Ciencias Sociales. *ENSAYOS, Revista de La Facultad de Educación de Albacete*, 34(2), 213–228. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v34i2.2129>
- Morote Seguido, Á. F. (2019b). Percepción de los futuros maestros de primaria sobre el riesgo de inundación. La geografía como herramienta para lograr una sociedad más resiliente al cambio climático. *Papeles de Geografía*, 65, 67–88. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6018/geografia.366341>
- Morote Seguido, Á. F., & Moltó Mantero, E. (2017). El Museo del Clima de Beniarrés (Alicante). Propuesta de un recurso didáctico para la enseñanza de la Climatología. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 4379(32), 109. <https://doi.org/10.7203/dces.32.9624>
- Morote Seguido, Á. F., & Olcina Cantos, J. (2020). El estudio del cambio climático en la Educación Primaria: una exploración a partir de los manuales escolares de Ciencias Sociales de la Comunidad Valenciana. *Cuadernos Geograficos*, 59(3), 158–177. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i3.11792>
- Morote Seguido, Á. F., & Souto González, X. M. (2020). Educar para convivir con el riesgo de inundación. *Estudios Geográficos*, 81(288), 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/estgeogr.202051.031>
- Morote, A.-F. y Olcina, J. (2023). Cambio climático y educación. Una revisión de la documentación oficial. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 69(1), 107-134. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.749>
- Naciones Unidas. Asamblea General. (2015). *Resolución 70/1. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. 25 de septiembre*, 40. <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>
- Navarro Díaz, M., Moreno Fernández, O., & Rivero García, A. (2020). El cambio climático en los libros de texto de educación secundaria obligatoria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 25(87), 957–985. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=7604721>
- Nelles, D., & Serrer, C. (2020). *El pequeño manual del cambio climático*. Barcelona: Grijalbo.
- Olcina Cantos, J. (2017). La enseñanza del tiempo atmosférico y del clima en los niveles educativos no universitarios. Propuestas didácticas. In R. Sebastián & E. Tonda

- (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 119–148). Alicante: Universidad de Alicante.
- Picó Garcés, M. J. (2021). Innovar la comunicación del cambio climático desde la universidad pública. In J. Romero & J. Olcina (Eds.), *Cambio climático en el mediterráneo. Procesos, riesgos y políticas*. (pp. 155–175). Valencia: Tirant Humanidades.
- Serantes-Pazos, A. (2015). Como abordan o Cambio Climático os libros de texto da Ensinanza Secundaria Obligatoria na España. *AmbientalMENTEsustentable: Revista Científica Galego-Lusófona de Educación Ambiental*, 20, 249–262. <https://doi.org/10.17979/ams.2015.2.20.1609.1603>
- Sóñora, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., & Troitiño, R. (2009). Un modelo activo de educación ambiental: prácticas sobre cambio climático. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 17(2), 196–206.
- Tonda-Monllor, E.-M., & Sebastián-Alcaraz, R. (2003). Las dificultades en el aprendizaje de los conceptos de tiempo atmosférico y clima: la elaboración e interpretación de climogramas. *Revista de Educación de La Universidad de Granada*, 16, 47–69.